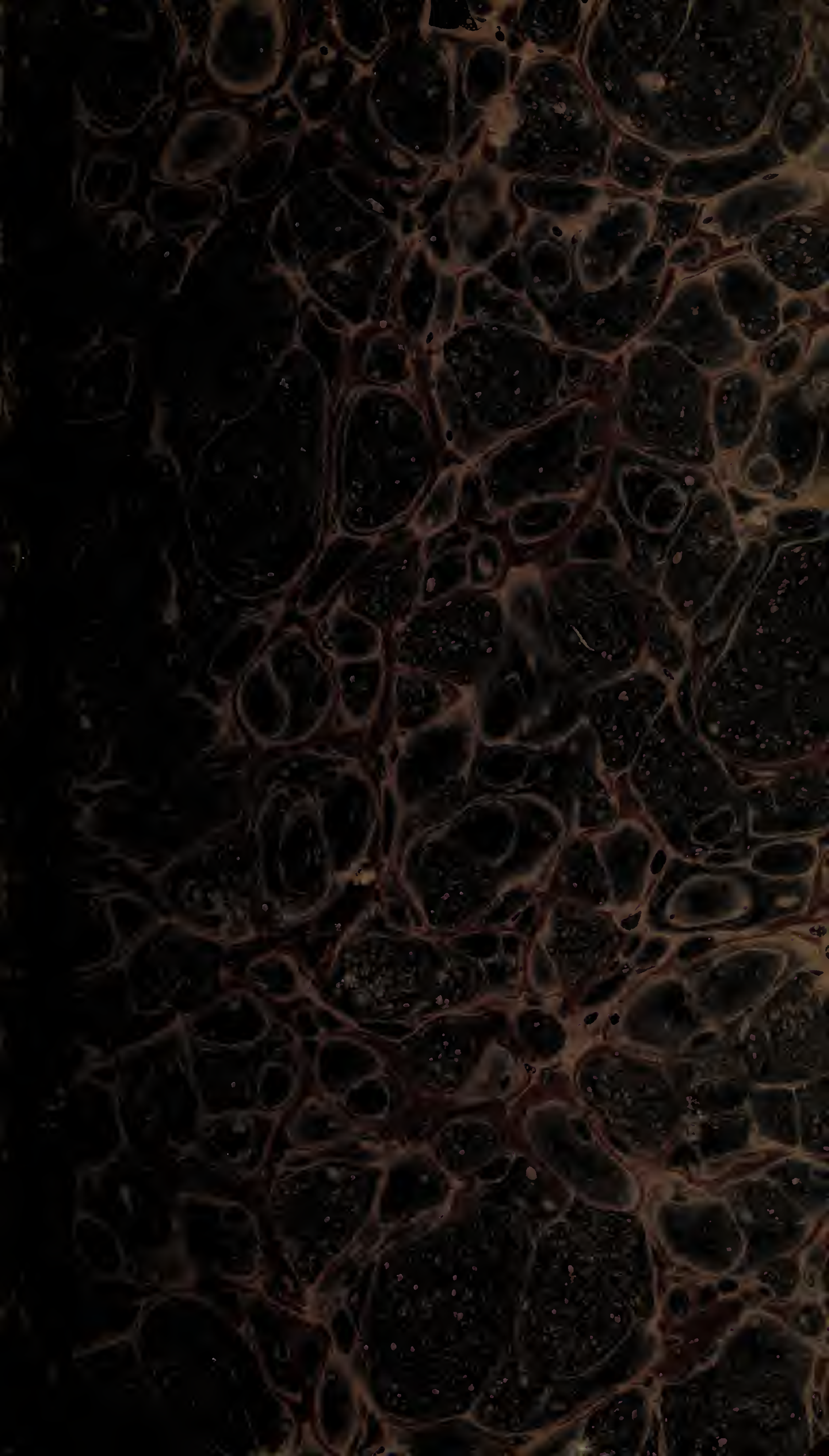








Die

Physiologie

als

Erfahrungswissenschaft.

Vierter Band.



Die

Physiologie

als

Erfahrungswissenschaft.

Vierter Band.

Bearbeitet

von

Karl Friedrich Burdach.

Mit Beiträgen von

Johannes Müller.

Leipzig,

bei Leopold Voß.

1832.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

Systematische Übersicht des Inhaltes.

Elftes Buch.

Vom Blute.



Einleitung.

§. 658. Wenn wir das Leben in seiner Geschichte als eine ununterbrochen fortschreitende Reihe von Veränderungen und Umwandlungen kennen gelernt haben, so kommt es jetzt darauf an, das beharrliche Substrat dieses steten Wechsels zu erkennen, und das Leben, wie es als ein Gegebenes wirkt und besteht, in der Anschauung zu fixiren. Im Sinne einer Erfahrungswissenschaft können wir dies aber nur, wenn wir von der Betrachtung der verschiedenen Äußerungen des Lebens ausgehen; und um diese in einer naturgemäßen, d. h. auf Erfahrung gegründeten und in bestimmten Begriffen aufgefaßten Ordnung zu verfolgen, müssen wir mit einer allgemeinen Eintheilung der Lebenserscheinungen beginnen. a) Der erste Blick auf uns selbst belehrt uns von der Doppelseitigkeit unseres Lebens. Auf der einen Seite finden wir in uns Vorstellungen, Erkenntnisse, Gefühle und Begehrungen als reine Thätigkeiten, welche sich uns selbst unmittelbar im Bewußtseyn offenbaren, ohne als äußere, einem fremden Auge erkennbare Erscheinungen hervorzutreten, und die eben so ohne irgend eine Dazwischenkunft ihre Richtung durch unsere Willensthätigkeit erhalten. Auf der andern Seite erkennen wir an uns Lebensthätigkeiten, die ganz unabhängig von unserem Willen erfolgen, ja durch denselben gar nicht bestimmt werden können, und deren wir uns überhaupt nicht bewußt werden, die vielmehr in ihren Wirkungen nur Gegenstände der äußern Sinne werden, so daß wir sie mehr an andern Individuen als an uns selbst erkennen. Hier besteht das Leben in einer Wechselwirkung der verschiedenen Theile und Stoffe des Körpers unter einander und mit der Außenwelt, wodurch der Organismus

unmittelbar als Beharrliches im Äußern sich behauptet; dort ist es ein Verkehr der innern Kräfte unter einander und mit den Weltkräften zum Bestehen im Innern als Einheit. Diesen Gegensatz fanden wir schon in den ersten Momenten der Embryonenbildung durch die Spaltung der Keimhaut in zwei Blätter (§. 417, h), welche zu den organischen Systemen jener beiden Richtungen des Lebens sich entwickeln, angedeutet. Im organischen Reiche aber finden wir einerseits Wesen, deren Leben einzig auf äußeres Bestehen gerichtet ist, die Gewächse; andererseits solche, die durch ihre Äußerungen Innerlichkeit und Einheit im Seelenleben offenbaren, die Thiere und Menschen. Hiernach bezeichnen wir denn die in uns vereinten beiden Richtungen des Lebens als die pflanzliche und die animale (ad animam pertinens), oder als die seelenlose und die seelenthätige. Man könnte sie auch äußerliches und innerliches Leben nennen, wenn die Begriffe von Äußerem und Innerem nicht relativ genommen werden und daher zu Mißverständnissen Anlaß geben könnten. Das seelenlose Leben kann nicht füglich plastisches Leben genannt werden, denn wiewohl es hauptsächlich auf materielle Productionen gerichtet ist, so schließt es doch auch dynamische Erscheinungen, als Erzeugung von Wärme und Elektricität in sich. Nennt man es automatisch, so folgt man nur dem Sprachgebrauche, der unter Automat gerade das versteht, was nur den Schein des wirklich Automatischen, d. h. des nach dem eigenen Triebe Handelnden an sich trägt. Am unpassendsten ist es aber, das Seelenthätige als ein Leben der äußern Beziehungen (vie des relations extérieures) zu bezeichnen, denn ein Verkehr mit der Außenwelt gehört zu beiden Richtungen des Lebens und ist gerade in der psychischen Sphäre verhältnißmäßig weniger wesentlich. — b) Da, wie späterhin erwiesen werden soll, das Seelenlose und das Seelenthätige nicht schlechthin verschieden, vielmehr Formen eines und desselben Lebens sind, so kann auch ihr Gegensatz keine schroffe und unbedingte Scheidung seyn: nur da, wo eine dieser beiden Richtungen des Lebens in einen Brennpunct concentrirt und gesteigert ist, giebt sie sich in ihrer Reinheit zu erkennen, während an der Gränze des Organismus und im Verkehre mit dem Äußern ihre Eigenthümlichkeit durch das Eingreifen der entgegengesetzten

Richtung beschränkt wird. Es giebt demnach außer dem Centrum jeder Sphäre eine Peripherie, welche als Mittelglied den innern Gegensatz ausgleicht, ohne darum den Charakter ihrer Sphäre gänzlich zu verleugnen; und da das Centrum nicht ohne Peripherie seyn, das eigene Leben nur in der Wechselwirkung mit dem Äußern sich bethätigen und behaupten kann, so sind diese Mittelglieder, wiewohl untergeordnet, doch nicht minder wesentlich. So ist das Außenwerk der Seele in ihrem Träger, dem Nervensysteme, vorzüglich aber in den Sinnes- und Muskelnerven enthalten, und es mischt sich daher etwas Unbewußtes und Ungewolltes in die animale Thätigkeit; und ebenso greift das psychische Leben in das pflanzliche, wo dieses in Verkehr mit der Außenwelt steht, ein, indem Anfang und Ende des materiellen Lebensherganges, Ingestion und Egestion, mit Empfindung und Willkühr verbunden ist. Auch diese Scheidung jeder Sphäre verkündet sich in der organischen Gestaltung am Rudimente des Embryo, indem das seröse Blatt in einen centralen und einen peripherischen Theil sich entwickelt (§. 419. 425), das innere Blatt der Keimhaut aber zum Gefäßblatte (§. 440) und Schleimblatte (§. 436) sich ausbildet. — c) Das Animale ist der eigentliche Sinn und Kern alles Lebens; aber um sich bethätigen und zu voller Entwickelung gelangen zu können, muß es durch das pflanzliche Leben in der Außenwelt Wurzel schlagen und einen festen Standpunct gewinnen. So sind die Organe des animalen Lebens die ersten Gebilde des Embryo (§. 418); aber erst nachdem die materielle Bildung noch weiter vorgeschritten ist, tritt Empfindung und willkührliche Bewegung auf (§. 472). Während das Gewächs den Keim des animalen Lebens (§. 475), der nur in einzelnen momentanen Zuckungen sich verräth (§. 239. 596), noch unentwickelt in sich trägt und in empfindungs- und willenloser Thätigkeit befangen bleibt, reift dagegen im animalen Reiche das Leben allseitig heran und verwirklicht seinen Grund, wobei jedoch das Pflanzliche als die Wurzel des Animalen sich behauptet und die psychische Thätigkeit bedingt, so daß es ohne diese, nicht aber diese ohne jenes zur Erscheinung kommen kann. So liegt es denn in der Natur unseres Gegenstandes, daß wir vor Allem das pflanzliche Leben betrachten, um eine Grundlage für die spätere Beschauung des Animalen zu gewinnen.

§. 659. Alles Einzelne kann nur aus dem Ganzen erklärt und begriffen, das Ganze aber nur in der Idee aufgefaßt werden. Somit würde denn die Physiologie als vollendete Wissenschaft von der ideellen Anschauung der Totalität des Lebens ausgehen, seine verschiedenen Richtungen, Formen und Erscheinungen aus diesem obersten Principe ableiten und vom Allgemeinen Stufe für Stufe in die Einzelnheiten eingehen. Allein der Geist des vorliegenden Werkes ist, die Wissenschaft nicht als ein Fertiges, Abgeschlossenes, sondern als ein Werdendes und Fortschreitendes darzustellen; nicht Principien dogmatisch aufzudringen, sondern zu ihnen zu leiten; also nichts voraus zu setzen, sondern von den sinnlichen Thatsachen zur Reflexion, und von der Reflexion zur Anschauung im Ganzen aufzusteigen. Nun ist es hierbei wesentlich, daß jeder Gegenstand am rechten Orte und in der gehörigen Folgenreihe abgehandelt werde; und so sind auch einige Worte über die in diesem Werke befolgte Ordnung vorauszuschicken. a) Um sich zuerst auf ihrem Gebiete zu orientiren, mußte die Physiologie in ihrer Kindheit sich auf eine Betrachtung des Baues und Nutzens der Organe (doctrina de usu partium) beschränken. Für den jetzigen Zustand der Wissenschaft aber ist es unpassend, sie nach einem topischen Principe abzuhandeln, die verschiedenen Organe, wie in der Anatomie, durchzugehen, und bei jedem einzelnen die daran sich äußernden Lebensthätigkeiten als seine Functionen zu betrachten, da hierdurch im voraus ein falscher Standpunct gegeben wird. Denn die Aufgabe der speciellen Physiologie kann nur seyn, die verschiedenen Richtungen des Lebens zu erkennen, und die mannichfaltigen Äußerungen einer jeden Richtung unter einem gemeinsamen Gesichtspuncte zusammen zu fassen. Nun ist diese Mannichfaltigkeit des Lebens in der Organisation zwar ausgeprägt, aber nicht daran gebunden, vielmehr das Höhere und ursprünglich Bestimmende (§. 474, e). Daher hat jedes Organ außer seiner besondern auch noch eine allgemeine Beziehung zum Leben und vereinigt auf der andern Seite wieder mehrere Richtungen in sich. Machen wir z. B. das Hautorgan zu einem besondern Gegenstande der Physiologie und betrachten die Secretion von Gas und wässeriger Flüssigkeit, von Pigment und Talg, die Einsaugung und die Ernährung, die Leitung von Wärme

und Elektricität, das Gemeingefühl und den Tastsinn als die Functionen desselben, so müssen wir bei andern Organen dieselben Thätigkeiten von Neuem untersuchen, und wir erschweren uns offenbar durch solche Vereinzelung die Erkenntniß des Wesens dieser Richtungen des Lebens. Die Physiologie ist keine Organenlehre (anatome viva), sondern eine Lehre vom Leben; sie darf sich also nicht an ein topisches Princip binden, sondern muß die gleichen Lebensäußerungen der verschiedensten Gebilde unter einen gemeinsamen Gesichtspunct stellen, um ihre Bedeutung zu erkennen, und so durch Übersicht der verschiedenen Erscheinungsformen des Lebens zu dessen Verständniß zu gelangen. b) Die verschiedenen Lebensäußerungen in der pflanzlichen Sphäre greifen in einander und bedingen sich gegenseitig, so daß wir nirgends einen Anfangspunct finden, der nichts Weiteres voraussetzte, noch einen Endpunct, welcher als wirkliches Ziel ohne weitere Beziehung wäre: sie bilden einen dicht verschlungenen Kreis, in welchem jede Einzelnheit nur ein Glied der ganzen Kette ist. Wäre uns die Physiologie bloß eine Kenntniß der Lebenserscheinungen, so dürfte uns fürwahr die Ordnung des Vortrags nicht kümmern; wir brauchten irgendwo einzugreifen und in irgend welcher Richtung fortzuschreiten: eine Sammlung von Notizen, die das Ganze ausmacht, würde immer zu Stande kommen. Nicht so gleichgültig kann uns die Ordnung seyn, wenn wir nach wissenschaftlicher Einsicht streben: hier müssen wir, um den ganzen Kreis zu übersehen, den Mittelpunct zuvörderst aufsuchen. Die Erfahrung allein kann uns ihn nachweisen; aber an dieser Stelle steht sie uns noch nicht zu Gebote, und wir müssen daher zu Rechtfertigung der hier gewählten Anordnung versuchen, nach den allgemeinsten Begriffen des Lebens zu bestimmen, was wohl als Mittelpunct der pflanzlichen Sphäre gedacht werden kann.

§. 660. a) Schon die Geschichte des Lebens hat uns überzeugt, daß dasselbe mit einem steten Wechsel der Materie verbunden ist, indem jedes Lebensalter eigenthümliche Verhältnisse der organischen Substanz aufweist, die nicht in einzelnen Momenten eintreten, sondern in einem ununterbrochenen Fortschreiten sich entwickeln. Das Leben äußert sich als individuelle Selbsterhaltung durch steten Wechsel der Materie; der Organismus empfängt Stoffe von der Außen=

welt und setzt welche an sie ab; eben so empfängt jeder Theil das Material seiner Substanzbildung von andern und giebt wiederum das Verbrauchte zurück. Giebt es nun ein Glied in der organischen Kette, welches Stoffe aus der Außenwelt an sich zieht und an sie absetzt, den verschiedenen Theilen ihr Material gewährt und dasselbe zurück empfängt: so muß es das Centrale seyn. b) Wir haben schon (§. 259, d) die Cohäsion erwähnt, als die Energie, mit welcher die Materie das räumliche Verhältniß ihrer Theile zu einander behauptet; und haben bereits (§ 473, e. 474, a) bemerkt, daß bei der Festigkeit, als einem höhern Grade dieser Energie, die Materie durch sich selbst beharrlich begränzt oder eigenthümlich gestaltet ist, und das Daseyn als ein mehr Besonderes, Selbstständiges erscheint, während das Flüssige durch eine größere Bestimmbarkeit von außen her sich bezeichnet, bei leichterem und ausgebreiteterem Verkehr mit dem Äußern beweglicher und wandelbarer ist und dadurch als die mehr allgemeine Form der Materie das Band wird, welches die verschiedenen festen Körper unter einander verknüpft. Da wir uns nun unter einem Organischen überall ein Ganzes, gegen das Fremde sich Abschließendes, und unter dem Leben ein selbstständiges, sich selbst erhaltendes Daseyn vorstellen, so läßt sich kein flüssiger Organismus denken, denn das Flüssige ist in sich unbegränzt, schrankenlos, unselbstständig; nur ein selbstbegränzter, fester Körper kann organisch seyn. Allein da bei völliger Festigkeit die Materie erstarrt, und ihre innere Thätigkeit gefesselt ist, so kann ein organischer Körper, insofern er Leben äußert, und dieses in einem Wechsel der Materie sich offenbart, der Flüssigkeit, als der eigentlich beweglichen und wandelbaren Form der Materie, nicht entbehren. Und so ist es denn ein allgemeines Merkmal jedes lebenden Körpers, daß feste und flüssige Theile wesentlich zu seinem Daseyn gehören. Besteht nun das Wesentliche des pflanzlichen Lebens in einem Wechsel der Materie, so muß es hauptsächlich durch eine Flüssigkeit vermittelt werden, wie wir denn gesehen haben, daß die Organe des Embryo nur Producte von Flüssigkeiten sind. c) Das Centrum des pflanzlichen Lebens kann aber nur in einer solchen Flüssigkeit sich finden, welche den Charakter der Innerlichkeit und Allgemeinheit an sich trägt. Wenn der Wechsel der

Stoffe durch Flüssigkeiten des Organismus oder durch Säfte vermittelt wird und theils im Verkehr mit der Außenwelt, theils im Verkehr der organischen Theile unter einander besteht, so lassen sich zwei Classen von Säften denken, eine peripherische und eine centrale. Die erste Classe wird diejenigen Säfte begreifen, welche verhältnißmäßig mehr der Außenwelt angehören: der Nahrungssaft, der zunächst aus äußern Stoffen durch deren Vermischung mit Erzeugnissen des Organismus gebildet ist; und die Scheidungssäfte, welche aus der organischen Substanz gebildet sind, um nach außen abgesetzt zu werden. Der centrale oder Lebenssaft hingegen wird diejenige Flüssigkeit seyn, welche, aus dem Nahrungssafte hervorgegangen und die Scheidungssäfte erzeugend, den Mittelpunct unter den Säften einnimmt, den Körper durchströmt, um mit den verschiedenen Organen in Wechselwirkung zu treten, und ihre Materialität, so wie ihre lebendige Thätigkeit unterhält. Bestimmt, die verschiedenen Organe zu ernähren und zu beleben, muß er die verschiedenen Qualitäten derselben vereint in sich tragen, also den Charakter der Allgemeinheit haben, und die organische Substanz in flüssiger Form darstellen, so wie durch seine Verbreitung über alle Organe sich als ein Allgemeines bewähren. Alle Hergänge des pflanzlichen Lebens beziehen sich auf ihn, indem sie entweder in Zersetzung desselben bei der Secretion und Nutrition, oder in Bildung desselben bei der Absorption und Assimilation bestehen. Wir betrachten also zuerst den Lebenssaft (§. 661—775) und dann die Hergänge seiner Zersetzung und seiner Bildung, um hierauf das Ganze des pflanzlichen Lebens unter einem Gesichtspuncte zusammenzufassen.

§. 661. Wenn sich das Daseyn eines Lebenssaftes, der den Mittelpunct im Kreise des pflanzlichen Lebens ausmacht, auf solche Weise aus dem Begriffe des Lebens ableiten läßt, so wird es auch auf den verschiedenen Stufen der Organisation mehr oder weniger deutlich sich nachweisen lassen, je nachdem auf denselben der Begriff des Lebens mehr oder weniger vollständig entwickelt ist. A) Auf den höhern Stufen der Thierreihe erscheint der Lebenssaft als Blut, d. i. als eine eigenthümliche Flüssigkeit innerhalb eigener Gefäße, die mit dem Verdauungscanale in keiner offenen Verbindung stehen.

a) Bei sämmtlichen Wirbelthieren ist die Sonderung der verschiedenen Säfte vollständig, indem der im Verdauungscanale gebildete Nahrungssaft in eigenen Gefäßen (den Saugadern) geleitet wird, welche ihn in die Blutgefäße ergießen. b) Bei den Mollusken, Crustaceen, Arachniden, Insecten, Anneliden und Echinodermen ist der Unterschied von Nahrungssaft und Blut schon verwischt: es fehlen nämlich die Saugadern; der Nahrungssaft tritt sogleich aus dem Verdauungscanale in die daran liegenden Blutgefäße, und es bleibt, namentlich bei den Insecten, ein Theil der Flüssigkeit als ein Mittelding von Nahrungssaft und Blut außerhalb der Gefäße, in den Zwischenräumen der Organe ergossen. B) Bei den blutlosen Thieren fehlt ein vom Verdauungsorgane geschiedenes Gefäßsystem, und somit auch aller Unterschied zwischen Nahrungssaft und Lebenssaft. c) Bei den meisten Akalephen ist dieses Mittelding von Nahrungssaft und Lebenssaft das unmittelbare Product der Verdauung und wird durch Fortsetzungen des Verdauungscanals zu den verschiedenen Organen geleitet. Bei den röhrenartigen Medusen, den Band-, Haken- und Saugwürmern, so wie bei einigen Polypen und Infusionsthieren verbreitet sich der Verdauungscanal selbst gefäßartig durch den Körper, so daß auch die Nahrungsmittel vom Producte der Verdauung nicht geschieden sind. d) Auf der untersten Stufe endlich, bei den Blasenwürmern, Spongien, Corallen und den meisten Polypen und Infusorien, findet sich nur ein gleichartiger Saft ohne alle eigene Wandungen durch die eben so gleichartige feste Substanz des Körpers verbreitet. — C) Das Verhältniß der Säfte in den Pflanzen ist kein Gegenstand unmittelbar sinnlicher Erkenntniß, denn zuvörderst tritt im Pflanzenreiche nur an einzelnen Puncten und in einzelnen Momenten eine raschere und sichtbare Strömung, nie aber eine Bewegung der Gefäße auf; ferner finden sich hier nur äußere, keine innern Organe, und die sich überall gleichen Elementargebilde oder gemeinartigen Systeme haben keine Centralpuncte; dazu kommt, daß die Behälter überall abgeschlossen, und keine deutlichen Wege aus der einen in die andere Art derselben vorhanden sind; endlich liegen diese verschiedenen Behälter so dicht an einander und sind so eng, daß der Inhalt jeder Art derselben in völliger Reinheit und in einer zur chemi-

schen Untersuchung hinreichenden Menge sich nicht gewinnen läßt. Hier ist also der Vermuthung ein weites Feld geöffnet, und die Ansicht der Pflanzensäfte durch Analogie entweder der niedern (e) oder der höhern (f) Thiere bestimmt. e) Nach der erstern Ansicht ist bei den Pflanzen, wie bei den blutlosen Thieren (B), der Nahrungssaft und der Bildungssaft eine und dieselbe Flüssigkeit, welche, von außen aufgenommen, in denselben Räumen angeeignet, bald in dieser, bald in jener Richtung zu den verschiedenen Theilen geleitet und zu deren Ernährung, sowie zur Bildung abgesonderter Säfte verwendet wird. Bei den niedrigsten, bloß aus Zellen bestehenden Gewächsen ist dies unstreitig der Fall, wie bei den niedrigsten Thieren (d). Wahrscheinlich aber stehen die höhern Gewächse den Thieren mit gefäßartigem Darmcanale (c) gleich, so daß ein und derselbe Behälter zugleich als Verdauungsorgan, Saugader und Blutgefäß, mithin als die Indifferenz dieser erst bei den höhern Thieren wirklich vorhandenen Canäle zu betrachten ist. Dieser Nahrungsbildungssaft, den man gemeiniglich den rohen Pflanzensaft nennt, ist eine wasserhelle Flüssigkeit, die aber durch essigsaure Bleiauflösung zum Gerinnen gebracht wird und Schleim, Zucker oder Salze enthält. Was nun den Behälter anlangt, so verbreitet sich dieser Saft offenbar aus einer Zelle in die anderen; allein indem er durch die Wandungen dringt, muß er mehr oder weniger umgewandelt werden, und im Raume der Zelle, in die er eingegangen ist, modificirt oder als Secretionsproduct erscheinen. Ein solches findet man hier in farblosen Körnchen, Bläschen, Fasern, Krystallen und farbigen Stoffen; letztere sind oft nur in einzelnen Zellen enthalten, während die benachbarten davon frei sind; bei trocknen Pflanzen endlich bemerkt man gar keine tropfbare Flüssigkeit in den Zellen, und alle diese Umstände beweisen, daß diese Gebilde nicht die leitenden Behälter des rohen Pflanzenfaftes sind. — Fasern oder einfache Röhren (Saftröhren, Baströhren) sollen nach Smith und Andern den Pflanzensaft leiten: allein sie sind nichts Anderes als in die Länge gezogene, geschlossene, sehr enge (nach Sprengel $\frac{1}{120}$ Linie im Durchmesser haltende) Zellen, enthalten nur eine Zeit lang einen Saft, der aber nach L. C. Treviranus dicklich ist, so daß er beim Durchschneiden nicht ausfließt,

und werden späterhin saftleer. — Die Intercellulargänge oder die mehr oder weniger eckigen Canäle, deren Wandungen von ringsum liegenden Zellen gebildet werden, sind nach L. C. Treviranus, Kieser, v. Nees und Andern die allgemeinen Behälter und Leiter des von außen aufgenommenen, angeeigneten, die Ernährung und Secretion vermittelnden Pflanzensaftes, und mehrere späterhin zu erwähnende Thatsachen geben dieser Meinung, wie mich dünkt, die größte Wahrscheinlichkeit. — f) Die ersten Phytotomen, Malpighi und Grew, nahmen einen dem Blute entsprechenden Saft in der Pflanze an, indem sie glaubten, daß diese den Thieren gleich organisirt, jedes Thier aber mit Blute versehen seyn müsse; die neuere Zeit hat wieder ähnliche Behauptungen herbeigeführt. Man hat geglaubt, der rohe Pflanzensaft werde von der Wurzel bis zu den Blättern geführt und hier in Lebenssaft verwandelt, der von den Blättern gegen die Wurzel fließe. Als Leiter des aufsteigenden rohen Saftes nahm man außer den Saftröhren und Intercellulargängen auch die Spiralgefäße an: allein diese fehlen in der Wurzel fast ganz; wenn sie einen Saft enthalten, so ist er dick und schleimig; und nach ihrer Zerstörung hat man noch Blätter und Blühten sich entwickeln sehen. Als den von den Blättern zurückkehrenden, dem Blute analogen Bildungssaft hat man das zwischen Bast und Holz erscheinende Cambium betrachtet: allein dieses ist vielmehr die in der Bildung begriffene junge Pflanzensubstanz, die wahrscheinlich aus dem Safte der Intercellulargänge abgesetzt ist. Andere Phytotomen, namentlich G. R. Treviranus, K. H. Schultz und Meyen nehmen den sogenannten eigenen Saft (succus proprius) oder den Milchsaft dafür an: allein dieser scheint, wie besonders L. C. Treviranus (Nr. 186. I. S. 156 fgg.) gezeigt hat, vielmehr ein Secretionsproduct zu seyn, denn er ist bei den verschiedenen Pflanzen sehr verschieden und durch besondere Qualitäten ausgezeichnet; er enthält Öl, oder Harz, oder Gummi, oder bittere, scharfe, narkotische Alkaloide, welche schwerlich als allgemeine Bildungsstoffe der Pflanzensubstanz wirken können, vielmehr zu den höchsten Producten eines differenzirenden Bildungsherganges zu gehören scheinen; er wird ferner durch die Vegetation nicht verzehrt, sondern bei zunehmendem Alter nur ausgetrocknet;

im Übermaaße vorhanden, ist er für das Leben schädlich, durchbricht seine Behälter und ergießt sich entweder an der Oberfläche, oder in das Zellgewebe, wo er Brand erregt; endlich vermißt man ihn bei vielen der vollkommensten Gewächse, und es ist nur eine Hülfshypothese, wenn behauptet wird, daß er hier farblos, durchsichtig und daher unsichtbar sey. Der wichtigste Grund, den man für die Analogie mit dem Blute anführt, ist der, daß der Milchsaft einen Kreislauf macht; allein dieser ist selbst zu problematisch (§. 692), als daß sich daraus etwas erweisen ließe. Sollten die Pflanzen einen eigenen, von dem Nahrungssafte verschiedenen, in besondern Gefäßen umlaufenden Lebenssaft besitzen, so würden sie über allen wirbellosen und in gleicher Linie mit den Wirbel-Thieren stehen, denn die Gänge, welche den rohen Saft führen, müßten den Saugadern, die den Wirbelthieren ausschließlich zukommen, analog seyn.

§. 662. Während die Phytologie hier nur nach Gründen der Wahrscheinlichkeit urtheilen kann, erfreut sich die Zoologie einer sichereren empirischen Basis: allein nur eine Linie über diese Grundlage hinaus, ermangelt auch sie der augenscheinlichen Gewißheit. „Es liegt in der Beschaffenheit des Blutes, daß die daran wahrgenommenen Erscheinungen sich jeder Meinung fügen und anpassen lassen," sagt Burkhart (Nr. 527 S. 21). Und in der That hat die Hämatologie ganz den Charakter des Blutes selbst. Wie das Blut ein nie ruhender Proteus ist und sich zu Allem und Jedem umzugestalten vermag, so ist auch nichts denkbar, was man nicht von ihm ausgesagt hätte: hier ist keine Thatsache, die nicht geleugnet, keine Deutung, die nicht durch eine andere bekämpft worden wäre; über jeden Punct werden entgegengesetzte Erfahrungen und Ansichten aufgestellt. Wie das Blut einerseits durch einen klaren Mechanismus getrieben wird und treibt, andererseits mit Zaubergewalt schafft und belebt, so finden wir die Hämatologie bald in mechanischen Ansichten erstarrt, alle Thatsachen, welche nicht darein passen, steif leugnend, bald wieder in mystischen Theorieen wirbelnd, welche das Begreifen als eine niedere Function verschmähen, von einer Erkenntniß durch Vergleichung mit andern Naturerscheinungen nichts wissen wollen und entweder eine beweislose Anschauung der sinnlichen Erfahrung entgegensetzen, oder um-

gekehrt den sinnlichen Schein festhalten, ohne dem Verstande seine Beurtheilung zu überlassen. Gleich dem Blute macht die Hämatologie ihren Kreislauf: ist eine Lehre als irrig nachgewiesen, und die entgegengesetzte Ansicht ein Gemeingut geworden, so wird diese endlich als trivial wieder abgestoßen; der Gegensatz scheint viel interessanter zu seyn, und der alte Irrthum erhebt sich wieder auf dem Strome der Zeit, um, nachdem er neue Anregung gebracht hat, in demselben von Neuem unterzugehen. Wie endlich die heftige, stürmische und gewaltsame Aufregung des Lebens hauptsächlich im Blutsysteme ihren Sitz hat, oder davon ausgeht, so erregt auch die Verschiedenheit der Meinungen über das Blut oft eine leidenschaftliche Aufwallung, indem die Beschränktheit mit leicht zu verletzender Selbstgefälligkeit Hand in Hand geht, und das dunkle Gefühl des Unvermögens, seine Meinung vollständig zu erweisen, bald Vornehmthuerei, bald Bitterkeit gegen die Gegner zu Hülfe nehmen läßt. — Diese Erscheinungen, welche in der Literatur anderer physiologischer Gegenstände keinesweges fehlen, aber doch in der Lehre vom Blute am stärksten hervortreten, mögen uns denn mahnen, mit Besonnenheit und Ruhe zu Werke zu gehen, das Blut rein objectiv zu betrachten, jede Thatsache und keine Meinungsautorität zu berücksichtigen, und Schritt für Schritt zu einer allgemeinen Ansicht vorzudringen. — Ehe wir die Beziehung des Blutes zum Leben aufzufassen versuchen (§. 692—773), müssen wir seine Substanz kennen lernen, und diese zuerst unter den Umständen, wo wir sie in unserer Gewalt haben, erforschen (§. 663—687), um sie dann zu beobachten, während sie noch unter dem Einflusse des Lebens steht (§. 688—691).

Sinnliche Eigenschaften des Blutes.

§. 663. a) Das aus der Ader eines Menschen gelassene Blut ist eine hochrothe, bald ponceau-, bald purpur-, bald scharlachfarbige, etwas dickliche, klebrige, zwischen den Fingern glatt und seifenartig anzufühlende Flüssigkeit, welche specifisch schwerer ist als das Wasser, einen eigenthümlichen faden Geruch, einen gelind salzigen oder süßlichen Geschmack, eine mit den Höhlen des Körpers gleiche Temperatur hat und am Elektrometer Spuren von Elektricität zeigt.

b) Die Farbe ist bei sämmtlichen Wirbelthieren ungefähr dieselbe, nur daß das Roth bei den Amphibien weniger gesättigt ist und bei den Fischen meist ins Bläuliche spielt. Unter den wirbellosen Thieren erscheint rothes Blut bei den Anneliden. Das Blut ist bei mehrern Mollusken, z. B. den Salpen, farblos, bei mehrern Schnecken milchweiß, ins Bläuliche spielend, und zwar bei refrangirtem Lichte nach Erman (Nr. 578. $18\frac{16}{17}$ S. 209 fgg.) bei Helix pomatia himmelblau, bei Planorbis corneus dunkelamethystfarbig; bei Teredo roth (Nr. 113 S. 580). Im Rückengefäße der Insecten ist es meist durchsichtig und verschiedentlich gefärbt: grünlich bei mehrern Orthopteren, gelb bei der Seidenraupe, orange bei der Weidenraupe, röthlich bei Trichodes apiarius, dunkelbraun bei den meisten Käfern (Nr. 185. I. S. 472, Nr. 361. I. S. 601). Bei den Echinodermen ist es nach Tiedemann (Nr. 567. I. S. 313) gelblich oder orange. c) Bei den warmblütigen Thieren ist es dichter und klebriger als bei den kaltblütigen. Die Dichtigkeit ist aber auch bei verschiedenen Individuen derselben Gattung und bei demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten verschieden, und daher mögen zum Theil die abweichenden Zahlenangaben stammen. Die specifische Schwere des Blutes von Mammalien und namentlich vom Menschen verhält sich nämlich zu der als 1000 angenommenen Schwere des Wassers nach Boyle wie 1041, nach Martine wie 1045, nach Jurin wie 1054, nach Muschenbroek wie 1056, nach Denis im Durchschnitte wie 1059, nach Senac wie 1082, nach Berzelius wie 1052 bis 1057. Ein Cubiczoll Blut wiegt nach Hales (Nr. 484. S. 27 fgg.) 267, nach Senac (Nr. 489. II. p. 301) 396 Gran. d) Ein in das ausfließende Blut gebrachtes Thermometer zeigt gewöhnlich dieselbe Temperatur wie in der Mundhöhle: bei Mammalien ungefähr 30° Réaumur, bei Vögeln etwas darüber; Thackrah (Nr. 499. p. 30) fand die Wärme des Blutstroms beim Pferde 29, beim Ochsen 30, beim Schafe 31, bei der Ente 33°. Bei den übrigen Thieren ist die Temperatur des Bluts meist die des umgebenden Mediums. e) Die Elektricität des Blutes erkennt man nach Bellingeri (Nr. 523. p. 3) aus den Bewegungen, welche an einem Froschschenkel entstehen, wenn man Blut und ein Metall

mit dem Schenkel und unter einander selbst in Berührung setzt: das Blut behält seine Elektricität 24 bis 48 Stunden lang, nachdem es aus der Ader gelassen ist (ebd. p. 11). Da nun von zwei Metallen, wovon das eine am Nerven, das andere am Muskel angebracht wird, dasjenige sich positiv verhält, dessen Anbringung am Nerven bei Schließung der Kette, und dessen Anbringung am Muskel entweder gar nicht oder nur beim Öffnen der Kette Zuckungen erregt, während das andre sich negativ verhält: so suchte Bellingeri hiernach bei verschiedenen Thieren das polarische Verhalten des Blutes auszumitteln. Er fand demnach, daß das Blut überall gegen Kupfer positiv, gegen Zinn negativ sich verhielt; daß es aber gegen Eisen bei Kälbern, Lämmern und Enten negativ, bei Ochsen, Widdern und Pfauen gleichnamig, und bei Pferden positiv sich verhielt; daß es endlich gegen Spiesglas bei Pferden bisweilen gleichnamige, sonst aber immer negative Polarität zeigte; daß es also zu positiver Elektricität mehr geneigt war bei erwachsenen Thieren als bei jungen, mehr bei Pferden als bei Rindern und Schafen, und mehr bei Pfauen als bei Enten.

§. 664. Bringt man einen Tropfen frischen Menschenblutes, etwas dünn aufgestrichen, unter das Mikroskop, so erscheint es als eine durchsichtige farblose Flüssigkeit, das Blutwasser, in welcher unzählige Körperchen schwimmen, die man Blutkörner (Blutkörperchen, Blutkügelchen, nach Gruithuisen Hämatieen) nennt. a) Man findet dieselben im Blute aller Wirbelthiere, und zwar überall scharf abgegränzt, regelmäßig, nach einem bestimmten Typus, immer aber rund gestaltet, und diese Form auch bis auf einen gewissen Punct gegen einander und gegen mechanische Einwirkungen behauptend. Nur bei eintretender Gerinnung oder Zersetzung zeigen sich verschiedenartige Formen, namentlich, wie Treviranus (Nr. 166. I. S. 122) bemerkt, theils runde, theils unregelmäßige Concretionen; dahin dürfen wir es auch rechnen, wenn Magendie (Nr. 247. II. p. 303) in verdünntem Menschenblute nur Massen von ganz verschiedener Form und Größe erblickte, oder wenn Gruithuisen (Nr. 161. S. 92) außer den länglichen Körperchen, die er hier für Blutbläschen (§. 665.) hielt, rothe, flockige Körper von veränderlicher, unbestimmter Gestalt bemerkte, welche

er als die eigentlichen Blutkörner des Frosches ansah. — Im Blute der wirbellosen Thiere finden sich auch feste Körperchen, die aber wohl keine regelmäßige Gestalt haben, vielmehr, wie Blainville (Nr. 566. I. p. 240) bemerkt, unregelmäßig runde, eckige, längliche Klümpchen sind. — Bei den Pflanzen will Kieser (Nr. 263. §. 209) im Safte der Intercellulargänge zuweilen runde Körner gesehen haben; auch v. Nees (Nr. 140. I. 325 fgg.) nimmt dergleichen hier an. Bestimmter finden sie sich in dem sogenannten eigenen Safte der Pflanzen, und Meyen (Nr. 574. S. 292) hält sie hier für Analoga der Blutkörnchen, von denen sie sich nur durch Mangel an Farbe, durch geringere Größe und längeres Fortbestehen nach dem Aufhören des Saftlaufs unterscheiden sollen: indessen haben sie nach L. C. Treviranus (Nr. 186. I. S. 156 fg.) keine regelmäßige Gestalt; auf jeden Fall geben sie keinen Beweis für die Analogie dieses Saftes mit dem Blute ab, da auch der Zellensaft Klümpchen enthält. b) Die Blutkörnchen der Wirbelthiere sind halb durchsichtig. Unter dem Mikroskope sieht man sie gewöhnlich nur da, wo mehrere über einander liegen, blutroth, einzelne hingegen blaßroth, oder gelblich, oder beinahe farblos. — Hieran hat, wie schon Senac (Nr. 489. II. p. 282) und nachmahls Spallanzani (Nr. 493. p. 155 und 273) bemerkten, die Anwendung des durchgehenden oder refrangirten Lichtes Antheil, denn bei Beleuchtung von oben oder durch reflectirtes Licht erscheinen auch die einzelnen Blutkörner roth. c) In ihrem Umrisse sind sie bei den Mammalien kreisrund, bei allen übrigen Wirbelthieren länglich rund, wie schon Leuwenhoek (Nr. 95. II. p. 53) erkannte. Wie wahr dies aber auch im Ganzen ist, so sind doch diese Formen nicht so feststehend, daß nicht zuweilen eine der andern sich nähern oder in dieselbe übergehen sollte. So kommen bei Fischen nach Blainville (Nr. 566. I. p. 303) beide Formen vor; nach Schmidt (Nr. 507. S. 23) sind hier einige Blutkörnchen mehr, andere weniger länglich, einige kreisrund; und Rudolphi (Nr. 102. I. S. 144) beschreibt sie überhaupt als kreisrund. Spallanzani (Nr. 493. p. 287) bemerkte sonst bei jeder Art von Thieren nur einerlei Form von Blutkörnern, außer beim Salamander; und Wedemeyer (Nr. 529. S. 173) bestätigte

es, daß hier außer den länglichen auch kreisrunde vorkommen. Derselbe Schriftsteller (ebd. S. 229) hält sogar, wie auch Reichel (Nr. 486. p. 19 sq.) beim Frosche die kreisrunden für die normalen, was offenbar irrig ist. Orfila fand unter den länglichen des Taubenbluts auch einige kreisrunde, und umgekehrt längliche im Menschenblute, doch war letzteres eingetrocknet und wieder in Wasser aufgeweicht worden (Nr. 576. III. p. 414 sqq.) [Außer den elliptischen Blutkörnern enthält das Blut des Frosches auch runde Kügelchen, welche ungefähr sechsmahl kleiner als jene und in Vergleich zu ihnen sehr sparsam sind, so daß sie leicht übersehen werden; vielleicht gehören sie der Lymphe oder dem Chylus an. J. Müller.] Bei den wirbellosen Thieren sollen die Blutkörner völlig rund seyn: so bei Crustaceen nach Hewson (Nr. 553. III. p. 40) und Carus (Nr. 262. S. 86); bei Schnecken nach Letzterem (ebd.); und bei Insecten nach Treviranus (Nr. 100. IV. S. 546) und Suckow (Nr. 361. I. S. 603). Indessen kommen wir hier auf die Frage zurück, ob dies den Blutkörnern der Wirbelthiere gleiche, regelmäßig geformte Körper und nicht vielmehr unregelmäßige Klümpchen sind, die bei ihrer Kleinheit kugelig erscheinen? d) Bei allen Wirbelthieren sind die Blutkörner mehr oder weniger flach und scheibenförmig, also die kreisrunden nicht kugelig, sondern linsenförmig, und die länglichen ungefähr wie Mandeln oder Melonenkerne gestaltet. Da sie auf der einen flachen Seite ruhen oder schwimmen, so bekommt man gewöhnlich nur ihre obere Fläche zu sehen und kann daher glauben, daß sie eben so dick als breit sind: wenn sie sich aber einmahl umwälzen, so daß man sie von der Seite erblickt, so erkennt man ihre Gestalt deutlich. Dies wurde schon von Senac (Nr. 489. II. p. 276) und Hewson (Nr. 553. III. p. 13), später von Wedemeyer (Nr. 529. S. 351) und Andern in allen vier Classen der Wirbelthiere bemerkt. Nach Rudolphi sind sie bei den Amphibien am meisten platt, bei den Vögeln weniger, beim Menschen noch weniger; nach Hodgkin und Lister verhält sich beim Menschen ihre Dicke zur Breite wie 1: 4, 5, und ist bei Schweinen und Kaninchen bedeutender, bei Vögeln, Amphibien und Fischen dagegen geringer (Nr. 196. XVIII. S. 244). — Haller

(Nr. 95. II. p. 53) hatte diese platte Form nie bemerkt, und Mayer (Nr. 526. S. 67) behauptet, ihre Annahme beruhe auf Täuschung durch zu starkes Licht, oder durch zufällige Anhäufung von Färbestoff an den Kügelchen: doch scheint mir, da ich jenes Umwälzen der Blutkörnchen ebenfalls deutlich gesehen habe, diese Behauptung nur auf einer irrigen Voraussetzung zu beruhen. Uebrigens glaubt Schmidt (Nr. 507. S. 26), nach seinen Beobachtungen am Hühnerembryo am dritten Tage der Brütung und nach Döllingers Beobachtungen an Fischembryonen und Froschlarven annehmen zu dürfen, daß die Blutkörner im Anfange des Lebens überall vollständige Kugelform haben und erst späterhin die zusammengedrückte und zum Theil die längliche Form annehmen. Dies scheint durch weitere Beobachtungen bestätigt worden zu seyn, wie denn bereits Hewson die Blutkörner von Hühnerembryonen und jungen Vipern als völlig rund, die von ausgewachsenen Individuen dieser Gattungen aber als länglich abbildete. e) Sie erscheinen an beiden Flächen gewölbt und an den Rändern mehr oder weniger zugeschärft. Schmidt (ebd. S. 23) giebt an, sie hätten nur bei Vögeln, Fischen und Schlangen einen scharfen, bei Mammalien aber einen abgerundeten Rand, und bei Salamandern und Fröschen wären sie wie Münzen mit einem gleichbreiten Rande versehen: indeß scheint diese Angabe nicht zuverlässig zu seyn; auch Wedemeyer (Nr. 529. S. 351) sah bei Salamandern die scharfen Ränder. Noch mehr weichen Young, Hodgkin und Lister von unserer Ansicht ab, indem nach ihnen beide Flächen concav, also auch die Ränder der dickste Theil und abgerundet seyn sollen (Nr. 196. XVIII. S. 241). — f) Diese Verschiedenheit der Ansichten beruht darauf, daß unterm Mikroskope bald der Umkreis, bald die Mitte des Blutkörnchens heller erscheint und daher entweder für den über die Fläche mehr hervorragenden, oder auch für den dünnern und durchsichtigern Theil gehalten wird. Gewöhnlich sieht man die Mitte heller, den Umkreis dunkler: so fand es schon Leuwenhoek, und Fontana (Nr. 456. S. 43) bemerkte, daß die Blutkörner in dieser Hinsicht nicht anders als alle kleine runde Körper unter dem Mikroskope sich verhalten, während Hodgkin und Lister den dunklern Umkreis für einen wulstigen Rand erklär-

ten; dagegen gaben Muys und Hewson (Nr. 553. III. p. 9. 16. 21) an, die Mitte sey dunkler, undurchsichtiger oder stärker gefärbt als der Umkreis. Allein schon Senac (Nr. 489. II. p. 276) sah bald das eine, bald das andere Verhältniß und bemerkte, die Mitte erscheine erhöht oder vertieft, je nachdem man das Object dem Ocularglase nähere oder davon entferne und stärkeres oder schwächeres Licht anwende. So bestätigt auch Treviranus (Nr. 166. I. S. 122), daß bei stärkerer Beleuchtung und Vergrößerung die Mitte durchsichtig, der Rand undurchsichtig erscheint, und Weber (Nr. 569. I. S. 147 fgg.) fügt außerdem noch hinzu, daß dies bei refrangirtem Lichte Statt finde, bei reflectirtem hingegen umgekehrt sich zeige. g) Als regelmäßig gebildete Körper findet man alle Blutkörner bei einem Individuum, sowie bei verschiedenen Individuen derselben Gattung von gleicher Größe; dies bemerkten Leuwenhoek (Nr. 95. II. p. 55), Haller (ebd. p. 66.), Spallanzani (Nr. 493. p. 287), Hunter (Nr. 492. S. 115.), Döllinger (Nr. 176. VII. S. 179) und Weber (Nr. 569 I. S. 155). Allein dies gilt nur von der ungefähren Größe: im ganzen Leben kennen wir kein Maaß oder Gewicht, welches bei allen Individuen einer Gattung immer dasselbe wäre, und die Blutkörnchen dürften hiervon keine Ausnahme machen. Daß sie bei Crustaceen und Mollusken nach Poli, v Autenrieth und Carus (Nr. 262. S. 86) oder bei Grillen nach Magni von ungleicher Größe sind, und z. B. bei mehrern Muscheln nach Poli die des menschlichen Bluts an Größe übertreffen, hat wohl wenig Gewicht, da es noch problematisch ist, ob wir die Körperchen im Blute der wirbellosen Thiere den Blutkörnern der Wirbelthiere gleich stellen dürfen. Aber auch diese sind verschieden: schon Senac (Nr. 489. II. p. 276) fand bei Menschen die Blutkörner $\frac{1}{300}$ Linie groß, aber auch einige von $\frac{1}{250}$ Linie, und Menghini, so wie Hewson (Nr. 553. III. p. 39) machten ähnliche Beobachtungen; Spallanzani will solche Ungleichheit nur bei Salamandern, Schmidt nur bei letztern, sowie bei Fröschen und Fischen bemerkt haben, allein es war unstreitig nur ein Zufall, daß ihnen dieselben Verhältnisse nicht auch bei andern Thieren vorkamen, und wir dürfen es daher mit Raspail

(Nr. 199 XIII. p. 138) und Blainville (Nr. 566. I. p. 300) als allgemeine Thatsache anerkennen, daß kein unabänderliches Maaß hier fest steht. Daher haben denn die Messungen, abgesehen von dem Grade ihrer Genauigkeit, so verschiedene Resultate gegeben, sind aber als Versuche, das mittlere oder Normal-Maaß zu finden, darum nicht minder schätzbar, indem sie uns wenigstens eine ungefähre Vorstellung geben. Die Größe der menschlichen Blutkörner giebt Home (Nr. 165. III. p. 4) $\frac{1}{141}$ Linie, Eller $\frac{1}{161}$, Jurin $\frac{1}{166}$ (Nr. 95. II. p. 55), Rudolphi (Nr. 102. I. S. 145) sowie Sprengel, Hodgkin und Lister (Nr. 196 XVIII. S. 241) $\frac{1}{250}$, Senac (Nr. 489. II. p. 276) $\frac{1}{275}$, Tabor $\frac{1}{300}$, Kater (Nr. 165. III. p. 11) $\frac{1}{333}$, Prevost und Dumas (Nr. 244. XVII. p. 302 sq.) $\frac{1}{338}$, Haller, (Nr. 152. I. p. 178), Wollaston (Nr. 165. III. p. 12) und Weber (Nr. 569. I. S. 155) $\frac{1}{416}$, endlich Young $\frac{1}{305}$ Linie an. Nach Home würden auf der Fläche einer Quadratlinie 19,880 Blutkörner Raum haben, nach Young 255,000. — Nach Prevost und Dumas sind die Blutkörner von gleicher Größe wie beim Menschen, oder $\frac{1}{338}$ Linie groß bei Hund, Igel, Schwein, Kaninchen, Meerschweinchen, Haselmaus und Delphin; größer ($\frac{1}{270}$ Linie) bei Simia callitrix; kleiner bei mehrern andern Säugethieren, nämlich beim Esel $\frac{1}{365}$, bei der Katze $\frac{1}{387}$, beim Schafe $\frac{1}{451}$, bei der Gemse $\frac{1}{494}$, bei der Ziege $\frac{1}{584}$ Linie. Nach Hodgkin und Lister sind sie aber auch bei Schwein und Kaninchen kleiner als beim Menschen. Die länglichen bei den folgenden Thierclassen sind überhaupt und besonders im Längendurchmesser bedeutend größer, aber dünner und platter als bei den Mammalien. Nach Prevost und Dumas ist bei einer Breite von $\frac{1}{338}$ Linie die Länge bei der Meise $\frac{1}{225}$, der Gans $\frac{1}{195}$, dem Pfau $\frac{1}{191}$, dem Huhne $\frac{1}{184}$, dem Truthahne $\frac{1}{178}$, dem Beinbrecher $\frac{1}{169}$ Linie. Bei den Amphibien ist die Länge und Breite meist bedeutender, nämlich nach denselben Beobachtern bei der Blindschleiche $\frac{1}{150}$ und $\frac{1}{250}$, bei der grauen Eidechse $\frac{1}{149}$ und $\frac{1}{250}$, bei der Viper $\frac{1}{136}$ und $\frac{1}{223}$, bei der Natter $\frac{1}{116}$ und $\frac{1}{225}$, bei der Schildkröte $\frac{1}{110}$ und $\frac{1}{176}$, bei Frosch und Kröte $\frac{1}{90}$ und $\frac{1}{183}$, und beim Salamander $\frac{1}{76}$ und $\frac{1}{126}$ Linie. Bei den meisten Fischen sind die

Blutkörner wieder kleiner: Rudolphi (Nr. 102. I. S. 145) giebt ihre Größe überhaupt auf $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{166}$ Linie an; nach Prevost und Dumas sind sie bei dem Aale, der Aalraupe, dem Schlammbeißer und Krampffische $\frac{1}{160}$ Linie lang; nach Hewson (Nr. 553. III. p. 11) aber sollen sie beim Rochen größer als bei irgend einem andern Thiere seyn. h) Ihre Zahl soll nach Prevost und Dumas bei den Vögeln am größten, bei fleischfressenden Säugethieren geringer, bei Pflanzenfressern noch geringer, und bei kaltblütigen Thieren, mit Ausnahme der Schildkröten, am geringsten seyn. Indessen ist eine solche Schätzung leicht trügerisch. Denn, abgesehen davon, daß bei zunehmender Größe derselben der Raum für sie, also auch, wenn sie gleich dicht beisammen liegen, ihre Zahl abnimmt, so kommt es hierbei auf den Lebenszustand und die temporaire Beschaffenheit des Blutes an: unter günstigen Umständen wimmelt das Blut von Menschen, wie von Fröschen, so von Blutkörnern, daß es scheint, als ob, wie auch Haller (Nr. 152. I. p. 181) bemerkt, nicht mehr vorhanden seyn könnten. i) Was die mechanischen Eigenschaften der Blutkörner anlangt, so erscheinen sie allerdings, wie auch Hunter (Nr. 492. I. S. 115) und Weber (Nr. 569. I. S. 148) angeben, schwerer als das Serum: indeß scheint der Unterschied nicht bedeutend zu seyn, denn man sieht sie bei völliger Ruhe in verschiedenen Höhen des Blutwassers schweben, und man braucht bloß darein zu blasen oder einen andern Luftzug darauf einwirken zu lassen, so schwimmen sie schnell davon. — Sind sie zusammengedrückt worden, so stellen sie durch Federkraft ihre frühere Form wieder her. Dies beobachteten schon Leuwenhoek, Cooper und Senac (Nr. 489. II. p. 283); della Torre und Fontana sahen dasselbe, wenn sie dieselben zwischen zwei Blättern von Marienglas so zusammengepreßt hatten, daß sie vier= bis fünfmahl breiter geworden waren als in ihrem ursprünglichen Zustande; Hodgkin und Lister bemerkten, daß dabei der Rand gekerbt wurde (Nr. 196. XVIII. S. 245).

§. 665. Noch müssen wir hier eine andere Art von Bläschen erwähnen, welche man unter dem Mikroskope häufig im Blute sieht. Ein solches Bläschen besteht dem Anscheine nach aus einer

farblosen, durchsichtigen, glasartig glänzenden Mitte und einem dunkelrothen oder schwärzlichen Umkreise. Das Verhältniß beider Theile ist verschieden: ist der Umkreis breit, so sieht das Bläschen wie eine dunkelrothe Scheibe mit einer Öffnung in der Mitte aus, oder wie eine Iris, deren Pupille keinen dunklen Hintergrund hat; ist der Umkreis schmäler, so hat es das Ansehen einer Glaskugel, um welche ein dunkler Ring gelegt ist. Diese Bläschen sind von verschiedener Größe. Gewöhnlich sind sie kugelig; bisweilen aber findet man einzelne elliptische, und zwar im Blute sowohl von Menschen als auch von Vögeln und andern Thieren. Sie haften an dem gläsernen Objectträger, auf welchen man das Blut gebracht hat, und liegen meist zu Boden, während das Blutwasser über sie hinströmt; hält man den Träger schief, so schwimmen sie herab, aber langsamer als die Blutkörnchen oder Gerinnsel, welche sie umgeben. Sie haben eine gewisse Consistenz und Dehnbarkeit: zwischen zwei fadenartigen Gerinnseln eingeklemmt, werden sie schmal und lang gedrückt, wie strotzende, von zwei Seiten zusammengepreßte Blasen. So behaupten sie auch ihre Form bei einigen Bewegungen: eines, am Ende eines geronnenen Fadens angeheftet, wurde von diesem durch das strömende Blutwasser schleuderförmig bewegt, ohne seine Form zu ändern; ja sie scheinen selbst, wenn sie sich wälzen, die breit gedrückte Form der Fläche, mit welcher sie aufgelegen haben, zu behalten, denn man sieht sie in einem solchen, freilich seltnen, Falle schmal und zusammengedrückt, bis sie sich wieder auf die platte Seite legen. Auch behalten sie, wenn sie klein sind, ihre Form in dünn aufgestrichenem und getrocknetem Blute, wobei oft Risse des Gerinnsels von ihnen ausgehen; sind sie groß, so werden sie durch das Trocknen in unregelmäßige eckige Zellen verwandelt. Sie sind gleichwohl nichts anderes als Luftblasen. In ganz frischem Blute fehlen sie gewöhnlich. Sie entstehen bei der Zerstörung der Blutkörner durch Wasser: bringt man zu einem Tropfen Blut, in welchem bloß Blutkörner sichtbar sind, während der Beobachtung etwas Wasser, so ändert sich bisweilen das Ganze wie durch einen Zauberschlag, und statt der Blutkörnchen sind mit einem Male allerhand Gerinnsel und die beschriebenen Bläschen da. Eben so entstehen sie, wenn ein Laugensalz und

eine Säure auf das Blut wirken: hat man z. B. durch Schwefelsäure ein graulich braunes, flockiges Gerinnsel im Blute hervorgebracht, und man setzt Ätzkali zu, so entstehen eine Menge Bläschen mit breitem Farbenrande, die beim Zusatze von mehr Säure meist wieder verschwinden und dann bei neuem Zusatze von Ätzkali sich wieder bilden; dasselbe findet Statt, wenn man zu frischem Blut erst Ätzkali und dann Schwefelsäure setzt. Endlich sieht man sie bisweilen auch zerplatzen, besonders wenn sie groß und durch Säure und Kali entstanden sind. — Somit entstehen sie denn dadurch, daß ganz kleine Quantitäten Luft aus dem Blute sich entwickeln, welche das zähe Blutwasser zu Bläschen ausdehnen. Manche Umstände lassen vermuthen, daß der farbige Rand von anhaftendem Färbestoffe herrührt: wenn sich ein Bläschen umwälzt, so verliert man die durchsichtige Mitte aus den Augen und sieht die ganz gleichgefärbte Seitenfläche; bisweilen scheint sich der Färbestoff abzulösen, indem namentlich bei Zusatz von Wasser der farbige Umkreis unregelmäßig, zackig, allmählig schmäler wird, und zuletzt nur ein farbloses Bläschen mit linearischer, dunkler, ringförmiger Gränze zurückbleibt; bisweilen ist eine einzelne Stelle des breiten farbigen Umkreises farblos oder nur röthlich schimmernd, und man bemerkt abgelösten Färbestoff wie einen kleinen Bart am äußern Rande oder in der durchsichtigen Mitte; nicht selten ist endlich der Umkreis nur streifenweise farbig, oder besteht aus concentrischen, abwechselnd hellen und dunklen Ringen. Indeß ist auch hier ein optisches Verhältniß mit im Spiele: die Mitte des Bläschens ist nie blaßroth, sondern vollkommen farblos und gegen den dunkelrothen Umkreis scharf begränzt; wenn ein großes Bläschen berstet, so sieht man keinen Färbestoff davon zurückbleiben; bisweilen wird der farbige Umkreis abwechselnd breiter und schmäler, so daß es wie die Verengerung und Erweiterung einer Pupille aussieht, ohne daß das Bläschen selbst sich bewegt. Dazu kommt, daß man in andern Säften Bläschen von gleicher Form antrifft, deren farbiger Umkreis zuweilen (z. B. von Samenfeuchtigkeit) von dem der Luftbläschen im Blute verschieden (z. B. aschgrau), zuweilen aber auch demselben (z. B. im Speichel) ganz ähnlich ist. — Ich glaube nicht zu irren, wenn ich vermuthe, daß einige Beobachter diese Luftbläschen

mit den Blutkörnern verwechselt, oder als neben diesen befindliche, wesentliche Theile des Bluts betrachtet haben. Dahin gehören zuvörderst Bohn, Hamberger, Bernouilli, Keil und unter den Neuern K. H. Schultz (Nr. 243. 1826. S. 550), welche die Blutkörner für Luftblasen erklärten, da doch jene ein ganz anderes Aussehen haben. Ebenso ist della Torre hierher zu zählen, indem er die Blutkörner für bloße Ringe erklärt, da man wohl die Luftbläschen, aber schwerlich die Blutkörner dafür ansehen kann, und, wenn letztere einmahl durch einen sonderbaren Zufall sich in einen Ring zusammengestellt hätten (Nr. 102. I. S. 143), eine weitere Beobachtung sehr bald die Zufälligkeit dieser Stellung hätte lehren müssen. Sprengel (Nr. 565. I. p. 378) giebt an, das Blut der Fische enthalte außer den Blutkörnern auch größere, helle, glasartig aussehende Kugelchen. Gruithuisen (Nr. 161. S. 89) bemerkt, daß nach dem Zusammenfließen der linsenförmigen Blutkörner größere ganz kugelige Körper zurückbleiben, die wie Glaskugeln aussehen, ein concentrisches Bläschen enthalten und noch im eingetrockneten Blute sichtbar sind. Er hält sie für identisch mit Hewsons Blutbläschen, nennt sie an einem andern Orte (Nr. 198. 1822. I. S. 311) Chylen und giebt an, sie seyen größer und schwerer als die Blutkörner (die er hier Anapnoen nennt), kugelrund, scharf begränzt, von verschiedener Größe, milchweiß, fast ganz durchsichtig, glatt, silberglänzend und spiegelnd; beim Menschen soll sich ihre Zahl zu der der Blutkörner wie 1 : 150 verhalten. Im Blute von Fröschen und Insecten, sowie im Pflanzensafte will Mayer (Nr. 526. S. 67) außer den kleinen auch drei- bis viermahl größere Kugeln gesehen haben, die in ihrem Centrum ein kleines Kügelchen in sich tragen. Joh. Müller erkannte solche größere Körper im Blute als durch mechanische Agitation entstanden an (Nr. 189. 1824. S. 287).

Veränderungen des Blutes.

§. 666. a) Abgesehen von der Verschiedenheit der Beleuchtung des stärker gewölbten Mittelpunctes und des dünnern Umkreises, zeigen die Blutkörnchen in dem Momente, wo man sie aus dem Blutstrome genommen hat, keine Verschiedenheit der Theile, aber

nach wenigen Augenblicken begränzt sich der Mitteltheil durch eine Art Furche gegen den Umkreis und ragt wie ein kugeliger Kern, der in einer schlaffen Hülse eingeschlossen ist, hervor. In diesem Zustande behalten sie ihre Form, wenn man sie ganz dünn auf Glas streicht, so daß sie schnell trocknen; sie behaupten sich aber auch eine Zeit lang, wenn man sie im Blutwasser läßt, und nach Kaltenbrunner vorzüglich dann, wenn sie mit einer Fläche des thierischen Körpers, von welchem sie herstammen, in Berührung bleiben, so daß man in diesem Verhältnisse besser als in irgend einem andern ihre ursprüngliche Beschaffenheit erkennt (Nr. 196. XVI. S. 307). Untersucht man aber Blut, welches einige Tage gestanden hat und sich zu zersetzen beginnt, so findet man die Blutkörner kugelig angeschwollen, zum Theil an der Oberfläche runzelig; an einigen bemerkt man eine Statt gefundene Theilung, indem neben einer zerrissenen Hülse ein ausgetretener Kern liegt; noch andere sind ganz in Stücke zerfallen, namentlich auch ihre Kerne. Hewson (Nr. 553. III. p. 22 sqq.), der dies zuerst beobachtete, bemerkte, daß auch die frischen Blutkörner in Wasser alsbald ähnliche Veränderungen erfahren: sie schwellen an und werden kugelig; der peripherische Theil wird dünner, durchsichtiger und schließt den centralen Theil, wie eine Hülse den Kern, so lose ein, daß dieser beim Umrollen nach unten sinkt, bis er endlich durch Auflösung der Hülse im Wasser frei wird (ebd. p. 17 sq.). Hewson nimmt an, daß Kern und Hülse ursprünglich verschiedene Theile sind; Home (Nr. 165. III. p. 4 sq.), Prevost und Dumas nehmen dasselbe an, was nach dem Obigen mindestens unerwiesen ist. Der ganze Hergang scheint vielmehr darin zu bestehen, daß die Auflösung des gleichförmigen Blutkornes mit einer Ungleichheit seiner Theile beginnt, indem das Peripherische sich auflockert, erweicht und verflüssigt, das Centrale dagegen sich verdichtet, bis es endlich ebenfalls sich auflöst. So bemerkte auch Raspail, daß, wenn ein Blutkorn in Wasser oder in eine Säure gebracht wird, in seinem Innern ein Kügelchen sich bildet, welches zuvor nicht vorhanden ist (Nr. 245. VI. p. 146). Home behauptet seiner Ansicht gemäß, die Kerne seyen regelmäßige Kugeln von gleicher Größe, nämlich von $\frac{1}{166}$ Linie; allein später giebt er auch welche an, die

nur $\frac{1}{333}$ Linie groß waren. Wenn nach Home der Kern $\frac{4}{5}$ des ganzen Blutkornes ausmacht, so ist er dagegen nach Hewson, Prevost und Dumas viel kleiner (Nr. 507. S. 34); beim Salamander beträgt er nach Wedemeyer (Nr. 529. S. 352) nur $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{6}$ des Blutkorns. Er ist ferner bei Fröschen nach Blainville (Nr. 566. I. p. 212), und bei Salamandern nach Schmidt (Nr. 507. S. 34) unregelmäßig; Wedemeyer (Nr. 529. S. 354) bemerkte, daß er nicht immer dieselbe Größe und zuweilen gezackte Ränder hat, und nach Weber (Nr. 569. I. S. 148) zerfällt das Blutkorn in Stücke von unbestimmter Zahl und Größe. Dies Alles deutet darauf hin, daß die Kerne nicht ursprünglich vorhanden, wenigstens nicht so scharf begränzt sind, wie man sie späterhin sieht. — Nach Hodgkin und Lister besteht die erste Veränderung des Blutkorns darin, daß die Peripherie ein zackiges, zerrissenes, gekerbtes, hügeliges, den Maulbeeren ähnliches Aussehen bekommt, späterhin aber wieder glatt und kugelig wird (Nr. 196. XVIII. S. 245). Indessen leidet es wohl keinen Zweifel, daß die letztere Veränderung auf einer Ablösung der peripherischen Schicht beruht: diese ist während der anfangenden Zersetzung deutlich als Hülse vom Kerne zu unterscheiden, und Wedemeyer (Nr. 529. S. 345) sah letztern öfters außerhalb der Mitte, am Rande liegen, als ob er im Begriffe wäre, aus der Hülse zu schlüpfen. Übrigens erfolgt, wie auch Rudolphi (Nr. 102. I. S. 143) bemerkte, die Zersetzung bei kaltblütigen Thieren später als bei warmblütigen; jedoch behauptet Hewson (Nr. 553. III. p. 19), es sey mehr Wasser nöthig, um die Blutkörner des Menschen, als um die der Amphibien und Fische zu zersetzen, weil diese dünner seyen als jene. b) Wenn Blainville (Nr. 566. I. p. 212) sagt, die Zahl der Blutkörner nehme unter dem Mikroskope immer mehr zu, so bezieht sich dies wohl nur auf ihr Zerfallen. Die Annahme eines regelmäßigen Zerfallens in integrirende Bestandtheile wird weiter unten (§. 690, b) erwähnt werden.

§. 667. Die ersten Veränderungen, welche man an der Masse des Bluts bemerkt, bestehen darin, daß es a) zuvörderst, wo es in etwas größerer Menge an die Luft tritt, mit einem hellrothen Schaume sich bedeckt, auch wenn es nicht aus einer gewissen

Höhe herabgeströmt, vielmehr nur aus einer innern Ader an die Oberfläche des Thieres gequollen ist. b) Es stößt ferner einen in der Kälte sichtbaren und schwach nach Blut riechenden Dunst (halitus sanguinis) aus, der an darüber gehaltenen kalten Körpern, z. B. Metallplatten, sich zu Tröpfchen verdichtet, in seiner expandirten Form aber in Flaschen sich sammeln läßt, wo er weder eine eingebrachte Lichtflamme auslöscht, noch auch beigemischtes Kalkwasser präcipitirt, aus einer Sublimatauflösung aber weißliche Flocken niederschlägt, die aus einer Verbindung von animalischem Stoffe mit mildem salzsaurem Quecksilber bestehen. Schüttelt man den Blutdunst mit Wasser zusammen, so nimmt dieses den Blutgeruch an, ohne bei Einwirkung von Reagentien seinen Gehalt zu verrathen, fault aber nach einiger Zeit, wobei es Sauerstoff aus der Luft an sich zieht und nach Hünefelds (Nr. 450. II. S. 213) Angabe mit salzsauren Dämpfen weißliche Nebel bildet, also Ammonium in sich entwickelt hat. c) Das Blut der Mammalien und Vögel erkaltet allmählig, oder nimmt die Temperatur des umgebenden Mediums an, während mit der Verdunstung eine positive Verminderung der Wärme verbunden ist. Schübler fand, daß die Wärme des Bluts bei einer Lufttemperatur von 6,2° Réaum. binnen einer Stunde von 31° auf 8°, und binnen zwei Stunden auf 5,6° sank (Nr. 584. XXXIX. S. 302). Frisches Blut, in eine Temperatur unter 0 gebracht, gefriert nach Hunter (Nr. 492. I. S. 175) nur langsam; wird es aber dann aufgethaut und von Neuem dem Froste ausgesetzt, so gefriert es schneller.

§. 668. Die auffallendste Veränderung ist die Gerinnung oder richtiger die Scheidung in feste und flüssige Masse, welche am Menschenblute im Durchschnitte fünf Minuten nach dem Austreten aus der Ader (bisweilen schon nach einer Minute, bisweilen erst nach einer halben oder auch ganzen Stunde) anfängt und nach acht Stunden (zuweilen erst nach 24 Stunden) beendigt ist. Zuerst wird das Blut dicklich wie Milchrahm, oder auch festweich und zitternd, wie eine weiche Sulze. Ist es tropfenweise auf einen festen Körper gekommen, oder dünn aufgestrichen, so trocknet es ohne Weiteres durch Verdunstung ein. Ist es aber in einer etwas

größern Masse beisammen, so tritt nach jener ersten schnell vorübergehenden Periode die zweite, um Vieles längere ein, indem an der ganzen Oberfläche der Sulze eine helle Flüssigkeit, das Serum, erscheint, und das Übrige sich zu einer festen Masse, dem Blutkuchen, verdichtet, welche sich weder durch Serum, noch durch Wasser wieder in die flüssige Form bringen läßt. a) Das Serum ist eine klare, ins Grünlichgelbe spielende, kleberige, leimende, fade und etwas ekelhaft riechende, salzig schmeckende Flüssigkeit. Es ist leichter als ungeschiedenes Blut und schwerer als Wasser: zu diesem, als 1000 angenommen, verhält es sich nach Martine, Muschenbroek, Jurin und Haller (Nr. 95. II. p. 122) wie 1022 bis 1037, nach Berzelius (Nr. 575. S. 62) wie 1027 bis 1029, nach Lauer (Nr. 582. XVIII. S. 393) bei gesunden Männern wie 1009 bis 1011, bei Frauen weniger; Thackrah (Nr. 499. p. 17) fand sogar Extreme von 1004 und 1080; nach Senac (Nr. 489. II. p. 301) wiegt ein Cubiczoll 379⅔ Gran. Dünn aufgetragen, bekommt das Serum, gleich jeder andern kleberigen Flüssigkeit, Risse in verschiedenen Richtungen; nach Mayer (Nr. 526. S. 8) soll es hierdurch in viereckige Tafeln zerspringen, in deren Mitte eine hellere, kugelrunde Stelle sich findet. b) Der Blutkuchen (placenta, insula, hepar sanguinis, auch cruor im weitern Sinne des Wortes genommen) hat die Consistenz einer festen Gallerte, so daß man mit dem Finger Eindrücke machen kann, die sich bald wieder ausgleichen. Seine Oberfläche ist hellroth, an den Kanten durchscheinend gelblich; das Innere ist braunroth. Er ist specifisch schwerer nicht allein als das Serum, sondern auch als das ungeschiedene Blut: er verhält sich zum Wasser nach Davy wie 1078, nach Muschenbroek wie 1084, nach Martine wie 1093, nach Jurin wie 1126 zu 1000 (Nr. 95. II. p. 39). Gewöhnlich liegt er daher am Boden des Geschirrs; ist dieses eng, so klebt er öfters an dessen Wänden an, so daß das Serum von ihm eingeschlossen wird und nur unter ihm sich sammeln kann; zuweilen aber schwimmt er auch vermöge seines schwammigen Gewebes oben. Eingetrocknet wird er braunrothschwarz, an der Oberfläche glänzend, schieferig brechend, auf dem Bruche matt, völlig dicht, mit eingesprengten hellrothen Klümpchen und Streifen. c) Der

Blutkuchen ist aber selbst nur ein Gemengsel, bestehend aus einem grauen filzigen Gewebe, dem Faserstoffe (§. 675.), und einer dicklichen, blutrothen Flüssigkeit, dem Cruor. Sein wesentlicher Theil ist also der Faserstoff, welcher allein eine feste Form annimmt oder gerinnt. Da nun die Gerinnung, als der Übergang aus der mehr expandirten, flüssigen in die mehr contrahirte, feste Form, nothwendig als Zusammenziehung sich äußert, so muß der Faserstoff das Serum, als den dünnflüssigern Theil des Blutes, theils in dem Raume, aus welchem er sich zurückzieht, zurücklassen, theils bei zunehmender Dichtigkeit seines Gewebes aus diesem auspressen, dagegen den dickflüssigern, schwerern und stärker an ihm haftenden Cruor als Gemengtheil behalten. Man hebt diese Verbindung auf, wenn man den Blutkuchen wiederholt und unter starkem Umrühren, Kneten oder Pressen mit Wasser, welches den Cruor auflöst, übergießt; man verhütet sie, wenn man das frische Blut stark schüttelt oder schlägt, oder sogleich aus der Ader in Wasser strömen läßt, wo theils der Faserstoff nur in kleinen Flocken und Klumpen gerinnt, theils der Cruor dem Wasser sich beimischt. Oft auch erfolgt eine theilweise Scheidung von selbst, indem entweder ein Theil des Cruors dem Serum sich beimischt, es roth färbt und erst später als Bodensatz sich ausscheidet, oder ein Theil des Blutkuchens als sogenannte Speckhaut (§. 754, E.) aus bloßem Faserstoffe gebildet ist. d) Da die Scheidung von Serum und Blutkuchen zunächst auf einem mechanischen Acte beruht, so wird die Proportion derselben nicht allein durch die im Blute vorhandene Quantität dieser Substanzen, sondern zugleich auch durch den Grad der Cohäsion, welchen der Faserstoff bei seinem Gerinnen annimmt, bestimmt: der Blutkuchen ist im Verhältniß zum Serum sehr reichlich vorhanden, entweder weil das Blut vielen Faserstoff enthält, oder weil dieser sich nur schwach zusammenzieht, so daß noch viel Serum in ihm eingeschlossen bleibt, und umgekehrt. Außerdem kommt es noch auf die Zeit und andere Verhältnisse an, unter welchen man die Gerinnung beobachtet: zuweilen scheidet der Blutkuchen noch am zweiten Tage Serum aus, und legt man ihn trocken oder gar auf Löschpapier, oder preßt man ihn, so giebt er mehr Serum, als er sonst würde gegeben haben. Daher sind denn die Angaben

über diese Proportionen sehr abweichend. So soll sich beim Menschen der Blutkuchen zum Serum verhalten nach Hamberger wie 1 : 0,50 bis 0,82; nach Vieussens wie 1 : 0,61, nach Boyle wie 1 : 1, nach Tabor wie 1 : 1,40, nach Homberg wie 1 : 1,66, nach Schwenke wie 1 : 2, nach Quesnay wie 1 : 3, nach Senac wie 1 : 4, nach Boerhaave wie 1 : 7, nach Bergen wie 1 : 10, nach Rosen wie 1 : 12 (Nr. 95. II. p. 47); Rhades giebt das Verhältniß wie 1 : 0,42, Thackrah wie 1 : 0,74, Gendrin wie 1 : 1,66, Thomson wie 1 : 3 an. Zuverlässigere Resultate gewinnt man bei völligem Austrocknen des Blutkuchens, wo man das Gewicht des wasserfreien Faserstoffs und Cruors mit dem des dazu verwendeten Blutes vergleicht. So berechnet, war in 1000 Theilen Blut das Verhältniß des Kuchens zum Serum nach Rhades (Nr. 485. p. 8) 157 : 843, bis 208 : 792, im Durchschnitte 178 : 822; nach Brande 94 : 906 bis 158 : 842, im Durchschnitte 130 : 870 (Nr. 243. 1828. S. 337). Prevost und Dumas fanden den Gehalt an Kuchen in 1000 Theilen Blut am größten bei Vögeln, nämlich 157 beim Huhne, 155 bei der Taube, 150 bei der Ente, 146 bei dem Raben, 132 beim Storche; demnächst 150 bei der Schildkröte; geringer bei Mammalien, namentlich 146 bei Simia callitrix, 129 beim Menschen, 128 beim Meerschweinchen, 123 bei der Katze, 102 bei der Ziege, 93 beim Hasen, 92 beim Pferde, 91 beim Kalbe; noch geringer beim Frosche, nämlich 69; am geringsten bei Fischen, und zwar 63 bei der Forelle, 60 beim Aale, 48 bei der Quappe. Der feuchte Kuchen verhält sich zum Serum nach Thackrah (Nr. 499. p. 29) beim Hunde wie 1 : 0,28 bis 0,50, beim Schafe wie 1 : 0,47, beim Ochsen wie 1 : 0,63, beim Schweine wie 1 : 0,65, beim Pferde wie 1 : 0,76; nach J. Davy beim Ochsen wie 1 : 0,70; nach Ficinus bei Tauben wie 1 : 0,04, bei Karauschen wie 1 : 1,24; nach Fiedler bei Kaninchen wie 1 : 0,50, bei Tauben wie 1 : 0,05 bis 0,009.

§. 669. Beim Gerinnen des Blutes bemerkte a) schon Parent (Nr. 173, 1711. p. 24) Luftblasen, welche zerplatzten, so daß davon eckige Zellen im Kuchen zurückblieben. Brande erkannte diese Luft für Kohlensäure, indem sie zugesetztes Kalkwasser

trübte (Nr. 165. III. p. 13). Die Entwickelung dieses Gases wird daher von Home (ebend. p. 8 sq.) und Scudamore (Nr. 521. S. 25) für einen wesentlichen und bedingenden, von Berthold (Nr. 590. S. 241) für einen befördernden Umstand beim Gerinnen gehalten, dagegen von J. Davy gänzlich geleugnet (Nr. 361. II. S. 394). b) Da eine Entwickelung von Wärme jeden schnellen Übergang in eine dichtere Form begleitet, so nahm Fourcroy an, daß sie auch bei der Gerinnung des Bluts Statt finde. Sie könnte aber am Blute von Mammalien und Vögeln nur durch Verzögerung der Abkühlung sich zu erkennen geben, da es wärmer ist als die Atmosphäre und deren Temperatur annehmen muß. Eine solche Verzögerung des Erkaltens wurde auch von Gordon, Thomson und Scudamore (Nr. 521. S. 57—65) angenommen; Gendrin (Nr. 538. II. p. 424 sqq.) giebt an, das Blut erkalte unmittelbar nach dem Austreten aus der Ader auf 24°, behalte diese Temperatur während des Gerinnens und erkalte nach demselben sehr schnell. Diese Meinung ist besonders von J. Davy (Nr. 185. I. S. 117 fgg.) bestritten worden: er leitet das langsamere Erkalten der obern Schicht des Bluts davon her, daß die Wärme aus der Tiefe und vom erwärmten Boden des Geschirrs nach oben sich verbreitet, und Schröder (Nr. 502. p. 56) bestätigt diese Ansicht. Als Davy Blut von Säugethieren in eine erwärmte und mit Wolle umwickelte Flasche füllte, so behielt dasselbe seine ursprüngliche Temperatur während und noch mehrere Minuten nach der Gerinnung und war erst nach zehn Minuten um $\frac{1}{2}$° Fahr. kühler; Denis (Nr. 532. p. 75) brachte Menschenblut in eine Umgebung von der Temperatur des menschlichen Körpers und sah, daß während des Gerinnens das Quecksilber im Thermometer nicht stieg. Am entscheidendsten ist wohl die Beobachtung von Hunter (Nr. 492. I. S. 94 fg.), nach welcher bei einer Lufttemperatur von 14° Réaum. die Temperatur des aus der Ader einer Schildkröte gelassenen Blutes 15° war und schon während des Gerinnens auf 14° Grad sank. Daß beim Gerinnen keine merkliche Wärme sich zeigt, ist, abgesehen von der gleichzeitigen Verdunstung, wohl begreiflich, da nur der Faserstoff eine feste Form annimmt, und dieser nur etwa $\frac{1}{400}$ des Blutes ausmacht; so bemerkt man

auch bei der Coagulation des Serums durch Säuren keine Erhöhung der Temperatur. c) Auch ist nach Schröder (Nr. 502. p. 57) beim Gerinnen des Blutes keine Abnahme seines Volumens zu bemerken. d) Heidemann (Nr. 184. VI. S. 425 fgg.), Treviranus (Nr. 100. IV. S. 557) und Gruithuisen (Nr. 161. S. 89) haben den Faserstoff bei fortschreitender Gerinnung sich bewegen sehen. e) Nach Bellingeri (Nr. 236. 1823. p. 643 sq.) setzt sich die Elektricität des Blutes vorzüglich während des Gerinnens mit der der Atmosphäre ins Gleichgewicht, indem sie vor und nach demselben sich weniger ändert. f) Wenn man auf Glas eingetrocknetes Blut unter dem Mikroskope untersucht, so findet man in demselben zwischen der blutrothen Masse eine Menge Streifen, welche, wenn sie schmal sind, dunkler erscheinen, wo sie aber eine größere Breite haben, sich als Lücken oder Risse zeigen. Diese Risse sind offenbar durch Zusammenziehung der Masse beim Vertrocknen entstanden, wiewohl auch die Gerinnung einen Antheil haben kann. Sie haben verschiedene Richtungen, so daß die dazwischen liegende Masse verschiedene Formen zeigt: auch dies scheint vornehmlich mechanischen Ursprunges zu seyn und namentlich davon abzuhängen, daß der Blutstropfen an der einen Stelle dicker, an der andern dünner war, an der einen mehr Blutkuchen, an der andern mehr Serum bildete; indeß könnte auch eine eigene Krystallisationsform des Blutes sich hier offenbaren. Diese glaubt Mayer darin gefunden zu haben, daß das Blut vermöge des dem Faserstoffe inwohnenden lebendigen Bildungstriebes in kegelförmige Nadeln krystallisirt, welche aus einem gemeinschaftlichen Mittelpuncte strahlig auslaufen und nach dem Umkreise der Masse hin breiter werden (Nr. 526. S. 7—10), der Cruor hingegen viereckige Tafeln bildet, welche einen dunklen Rand und in der Mitte eine blaßrothe runde Stelle, oder ein Kügelchen haben; diese Kügelchen sollen den eigentlichen Inhalt der Blutkörner ausmachen, bisweilen in Linien sich ordnen, in einem Uhrglase aber nach innen kugelige Massen bilden, die nach außen hin immer kleiner werden (ebd. S. 14 fgg.). Allein das mechanische Verhältniß hat, soviel ich sehe, den größten Antheil an diesen Bildungen. Jene dem Faserstoffe zugeschriebene strahlige Form nimmt das Blut nur dann

an, wenn man es in einem Uhrglase oder in einer ähnlichen Höhlung trocknen läßt: die beim Vertrocknen nothwendig entstehenden Risse erstrecken sich von der Stelle, wo das meiste Blut angehäuft ist, nach der, wo es die dünnste Schicht bildet, also aus dem Mittelpuncte strahlig gegen den Umkreis; oft entstehen auch dabei Querrisse in den Strahlen, so daß das Ganze wie eine aus Ziegelsteinen gemauerte Kuppel aussieht, und am Umkreise, wo die Masse am dünnsten war, verlaufen feine Sprünge als dunklere Streifen ohne bestimmte Richtung netzförmig durch einander, so daß hier ein zelliges Aussehen entsteht. Ist das Blut auf einer ebenen Fläche getrocknet, so ist es bald nur netzförmig, durch unregelmäßige Risse getheilt, bald zeigt es mehr regelmäßig scheinende und doch nur zufällige Formen, z. B. ein kleinzelliges Centrum, umgeben von einem unregelmäßig ringförmigen Risse, von welchem andere Risse gegen die Peripherie ausstrahlen, zwischen denen dunklere Stellen sich finden, und am Umkreise ein feines Netz, von Rissen in allen Richtungen gebildet. Ist das Blut vor dem Eintrocknen mit Wasser verdünnt worden, so zeigen sich die verschiedensten Formen neben einander, z. B. eine Stelle mit feinen Pünctchen und Strichelchen, umgeben von einem Kranze von Bläschen, von welchem aus gerade Streifen gegen den mit einem dunklen Rande bezeichneten Umkreis laufen; einzelne Bläschen, mit einem zelligen Netze umgeben; Gerinnsel in Form von Fäden, vier- oder fünfstrahligen Sternen, Gänsefüßen u. s. w., besonders aber farblose, geradlinige, oft symmetrische Dendriten, bestehend aus longitudinalen Stämmen, von welchen in rechtem Winkel Queräste ausgehen, die oft ebenfalls in rechtem Winkel longitudinale kurze Zweige ausschicken. [Jene Risse haben nichts mit der Krystallisation gemein und hängen ganz von der Form des ausgebreiteten Bluttropfens und von der ebenen oder concaven Beschaffenheit des Objectträgers ab. Ähnliche Risse entstehen in allen austrocknenden zähen thierischen Flüssigkeiten, wie sie z. B. schon Fontana am trocknenden Viperngifte beschrieb. Indem die austrocknende Masse am Objectträger adhärirt, kann sie sich nicht in dem Maaße zusammen ziehen, als sie sich durch Austrocknen verkleinert, und es müssen Risse entstehen, die an einem concaven Objectträger gegen den Rand hin

am stärksten sind, schwächer gegen die Mitte, wo die Masse am dicksten ist, und wo die Partikeln mehr Cohärenz gegen sich selbst behalten. Diese Risse scheinen in nichts von denen der austrocknenden Erde verschieden. J. Müller.] — Belehrender würde die mikroskopische Beobachtung des Herganges der Gerinnung selbst seyn, wenn sie mit aller Genauigkeit durchgeführt werden könnte. Man sieht an der Oberfläche ein Häutchen entstehen, welches keine unterscheidbaren Theile zeigt, und unter welchem ein zelliges Gewebe sich bildet. Nach Magendie (Nr. 247. II. p. 308) werden die Maschen dieses Gewebes durch Zusammenziehung des Faserstoffs allmählig größer, während sie an manchen Stellen verschwinden; zwischen dem farbigen, centralen Theile und dem durchsichtigen Umkreise sollen Verästelungen bleiben, die wie Gefäße oder wie die sogenannten Nerven eines Blattes sich unter einander verbinden. Home (Nr. 165. III. p. 9—13) behauptet, der ganze Blutkuchen werde von verästelten und netzförmig verbundenen Canälen durchzogen, die, wenn der Kuchen in einer Auflösung von gefärbter Hausenblase unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht wurde, kohlensaures Gas ausstießen und mit jener Masse sich füllten; sie sollen nämlich durch das bei dem Gerinnen entwickelte kohlensaure Gas gebildet werden und daher in solchem Blute, welchem man seine Kohlensäure unter der Luftpumpe entzogen hat, nicht entstehen; beim Eintrocknen sollen sie zerreißen. Mir ist es nicht gelungen, diese Canäle zu sehen.

§. 670. Was die Umstände des Gerinnens anlangt, so erfolgt dasselbe a) bei den verschiedenen Thieren mit einigen Verschiedenheiten. Soviel scheint ausgemacht zu seyn, daß das Blut von Vögeln am schnellsten, das von Amphibien und Fischen am langsamsten gerinnt. Um aber das Verhältniß näher zu bestimmen, bedürfte es vielfach wiederholter Beobachtungen, wie wir sie noch nicht besitzen, da die individuellen Umstände große Verschiedenheit verursachen. Nach Blundell (Nr. 169. p. 130) fängt das Blut von Hunden schon nach zehn Secunden an zu gerinnen und ist nach einer Minute schon ganz fest, während das von Menschen frühestens nach einer Minute dicklich und erst nach fünf Minuten fest wird. Nach Thackrah (Nr. 499. p. 29) erfolgt die Gerinnung beim Pferde nach

5 bis 13, beim Ochsen nach 2 bis 10, beim Hunde nach ½ bis 3, beim Schafe, Schweine und Kaninchen nach ½ bis 1½, beim Lamme nach ½ bis 1, bei Enten nach 1 bis 2, bei Hühnern nach ½ bis 1½ Minuten. Nach Fiedler (Nr. 513) wird das Blut von Tauben augenblicklich dicklich und nach 5 Minuten fest, fängt aber erst nach 27 Minuten an, Serum auszuscheiden, während das von Kaninchen erst nach 8 Minuten dicklich wird, schon nach 22 Minuten Serum ausscheidet und erst nach 27 Minuten so fest wird wie Taubenblut nach 5 Minuten. — Bei den wirbellosen Thieren ist die Gerinnung um Vieles unvollkommener. Nach Carus (Nr. 262. S. 86) gerinnt das Blut der Weinbergschnecke nach 2 bis 3 Minuten und scheidet sich in ⅕ Serum und ⅘ Kuchen, welcher einem dünnen Kleister ähnlich ist; das des Krebses soll schon in einer Minute gerinnen und einen reichlichern und festern Kuchen geben. Das Blut der Weinbergschnecke scheidet sich aber nach Gaspard nur in eine oben schwimmende blaue und eine am Boden bleibende farblose, jedoch etwas undurchsichtige Flüssigkeit (Nr. 216. II. p. 295); auch nach Erman scheidet es sich nicht in Kuchen und Serum, und bildet erst nach mehreren Monaten durch Fäulniß einen pulverigen Bodensatz (Nr. 578. 18$\frac{1}{1}\frac{6}{7}$. S. 209). Das rothe Blut von Anneliden gerinnt nach Blainville (Nr. 566. I. p. 305) ebenfalls nicht, sondern läßt beim Verdunsten eine gallertartige Masse zurück, die, wenn sie eingetrocknet ist, sich durch Wasser wieder ganz in den frühern Zustand versetzen läßt; auch scheidet sich kein besonderer Färbestoff aus. b) Die Gerinnung beruht nicht darauf, daß das Blut mit Luft in Berührung kommt, denn sie erfolgt auch, wenn man dasselbe unmittelbar aus der Ader in einen geschlossenen Behälter leitet, so wie auch nach dem Tode innerhalb der geschlossenen Höhlen des Körpers, und dagegen wird sie nicht beobachtet, wo man lebenden Thieren Luft in die Blutgefäße getrieben hat, oder wo man an menschlichen Leichnamen dem Blute Luft beigemengt findet. Allerdings aber befördert die Berührung der Luft das Gerinnen, so daß es schneller und vollkommener erfolgt; es ist in engem oder geschlossenem Geschirre schwächer als in flachem oder offenem (Nr. 502. p. 9). Dies scheint nicht auf einer chemischen Wirkung zu beru-

hen, denn, wiewohl Scudamore (Nr. 521. S. 50 fg.) das Gegentheil behauptet, so ist es doch durch Davy (Nr. 196. XXIII. S. 294) und Schröder (Nr. 502. p. 81) bewiesen, daß die Gerinnung im Sauerstoffgas oder in kohlensaurem Gas nicht anders als in atmospärischer Luft erfolgt; selbst im Wasserstoffgas zeigte sich kein merklicher Unterschied (ebd. p. 47). Wir dürfen daher vermuthen, daß die Verdunstung Einfluß hat, und dies wird dadurch bestätigt, daß nach den Beobachtungen von Hunter (Nr. 492. I. S. 80), Thackrah (Nr. 499. p. 37) und Scudamore (Nr. 521. S. 34) das Blut, wenn es langsam, tropfenweise und auf eine große Fläche ausfließt, schneller gerinnt, wiewohl das Serum minder vollständig vom Kuchen scheidet; daß ferner, wie Gendrin (Nr. 538. II. p. 426) bemerkt, die Gerinnung bei feuchter Luft langsamer von Statten geht, dagegen unter der Glocke der Luftpumpe nach Hunter (a. a. O. S. 85) und Scudamore (a. a. O. S. 20) schneller eintritt. Letzteres wird zwar von Davy (a. a. O.) geleugnet, jedoch wohl mit Unrecht. Da aber nach Scudamore das Blut in solcher verdünnter Luft vermöge der stärkern Verdunstung früher als in atmosphärischer Luft erkaltet, so könnte dieser Umstand die Ursache der schnellern Gerinnung enthalten. c) Allein, daß die Gerinnung nicht wesentlich auf Erkältung beruht, geht schon daraus hervor, daß sie auch im Blute von Amphibien und Fischen erfolgt, welches nach seinem Austritte aus dem Körper wenig oder gar keine Veränderung der Temperatur erleidet, so wie daraus, daß frisches Blut, einer starken Kälte ausgesetzt, gefriert ohne zu gerinnen, denn in der Wärme wird es wieder vollkommen flüssig und gerinnt dann gleich frischem Blute, wie Hewson (Nr. 553. I. p. 19) zuerst beobachtete. Derselbe Beobachter fand ferner, daß die Gerinnung durch Wärme beschleunigt wird: Blut in ein Wasserbad von 30 bis 33° Réaum. gebracht, gerann eher als an der Luft von 10 bis 15° (ebd. p. 3 sqq.); von zwei bei einem lebenden Hunde unterbundenen und ausgeschnittenen Stücken der Drosselvene wurde das eine in kaltes, das andere in warmes Wasser gelegt, und nach ¾ Stunden war das Blut in diesem geronnen, in jenem noch flüssig (ebd. p. 74); in ähnlichen Stücken, die in Wasser oder Öl

von 2° Wärme gelegt worden, war es nach 6 Stunden noch flüssig, und nach 24 Stunden erst dicklich (ebd. p. 75 sqq.). So fand auch J. Davy, daß es bei 0° über eine Stunde lang flüssig bleibt; Scudamore (a. a. O. S. 17 fgg.) bemerkt ebenfalls, daß die Gerinnung in der Wärme früher erfolgt, als in der Kälte, und daß Blut, welches in einer Flasche, wo es langsam erkaltete, in 3 Minuten gerann, bei schnellerem Erkalten in einer Obertasse nach 5, und bei noch schnellerem in einer Untertasse erst nach 7 Minuten gerann (ebd. S. 36), was freilich mit den obigen Beobachtungen im Widerspruche steht. Auch Gendrin (Nr. 538. II. p. 424) giebt an, daß die Scheidung von Serum und Kuchen um so schneller vor sich geht, je höher die Temperatur ist, und bei 0° gar nicht erfolgt; gleichwohl will er beobachtet haben, daß die Gerinnung im Winter früher beginnt als im Sommer, was vielleicht von dem verschiedenen Lebenszustande in diesen Jahreszeiten abhängt. — Was die nähere Bestimmung der Wärmegrade anlangt, so glaubte J. Davy zu bemerken, daß die Gerinnung bei 30° Réaum. etwas langsamer, bei 38° aber schneller als bei 20 bis 25° erfolge. Bestimmter ist es, daß das Blut in einer Temperatur, welche der des lebenden Körpers gleich ist, am leichtesten gerinnt, wie sich aus den Beobachtungen von Hewson (a. a. O. p. 5), Schröder (a. a. O. p. 48) und Thackrah (a. a. O. p. 38 sq.) ergiebt. Letzterer behauptet indeß, daß die Gerinnung, welche bei 30 bis 39° Réaum. am frühesten (nach 2 Minuten) eintrete, bei 4 bis 8° später (nach 2 Minuten 10 Secunden), aber bei 12 bis 25° noch später (nach 4 Minuten) erfolge, wobei jedoch in einer höhern Temperatur die Ausscheidung des Serums leichter und reichlicher von Statten gehe. d) Endlich gerinnt das ausgetretene Blut nicht darum, weil es nicht mehr bewegt wird, denn wenn man es anhaltend schüttelt, peitscht oder quirlt, so gerinnt aller Faserstoff, den es enthält, aber, da die Vereinigung zu größern Massen dadurch verhindert wird, nur in kleinen Fasern und Flocken, die man erst beim Filtriren entdeckt: es hat also nur scheinbar seine Gerinnbarkeit verloren, da sein der Gerinnung allein fähiger Bestandtheil in fein zertheilter Form geronnen ist. Nach Thackrah (a. a. O. p. 38) soll eine solche Bewegung die Gerinnung verzögern:

allein Scudamore (a. a. O. S. 34 fgg.) fand, daß das Blut beim Quirlen früher gerinnt als in der Ruhe, und Davy, der ihm sonst gern widerspricht, stimmt ihm hierin bei.

§. 671. Von der Fäulniß, als der letzten Veränderung, welche das aus den Adern gelassene Blut erfährt, ist wenig Eigenthümliches zu bemerken. Sie wird durch den Wassergehalt bedingt: bis zur Trockenheit abgedunstetes Blut oder getrockneter Blutkuchen ist ihrer nicht fähig, wenn nicht Wasser dazu gesetzt wird. In feuchter und warmer Luft tritt sie am frühsten, etwa nach zwei oder drei Tagen, sonst gewöhnlich nach drei bis vier Tagen, in luftdicht verschlossenen Gefäßen später ein. Das Blut wird dunkelbraun und stinkend; der Kuchen wird weich, verflüssigt sich und stellt mit dem Serum eine gleichförmige, schmierige Flüssigkeit dar, welche häutige, braune und schwarze Flocken enthält, außerdem an der Luft nicht gerinnt, aber durch Siedehitze, so wie durch Weingeist zum Gerinnen gebracht wird; aus der Atmosphäre wird Sauerstoff absorbirt, nach Hünefeld (Nr. 240. VI. S. 481 fg.) bisweilen mit Phosphorescenz; und es entwickelt sich kohlensaures Gas, Schwefelwasserstoffgas und kohlensaures Ammoniumgas, während sich zugleich eine fettige Substanz bildet. Nach längerer Zeit wird das Blut eine dicke, extractförmige Masse, und endlich eine thierische Erde, welche der durch Verbrennen entstandenen Kohle ähnlich, dabei aber fettig und schmierig ist. — Auflösungen der Blutstoffe (§. 675) werden bei eintretender Fäulniß trübe, setzen eine flockige Substanz ab, welche Fett zu enthalten scheint und zum Theil in Weingeist auflöslich ist, und entwickeln Ammonium.

Einwirkungen auf das Blut.

§. 672. Wenn wir, um die Natur des Blutes näher kennen zu lernen, die Veränderungen beobachten, welche eine Potenz oder Substanz, die wir darauf einwirken lassen, in ihm hervorbringt, so erhalten wir in den einzelnen Fällen oft verschiedene, ja selbst entgegengesetzte Resultate. Diese Verschiedenheit hängt erstlich von dem quantitativen Verhältnisse ab: je nachdem die Potenz stärker oder schwächer, die Substanz concentrirter oder verdünnter, die Dauer der Einwirkung länger oder kürzer, die Masse des afficirten

Blutes größer oder kleiner ist, treten verschiedenartige Erscheinungen hervor. Sodann haben die mitwirkenden Umstände einen bedeutenden Antheil daran, so daß z. B. eine und dieselbe Einwirkung bei verschiedenen Graden der Temperatur ganz verschiedene Folgen hat. Es kommt ferner darauf an, welcher vorbereitenden Methode man sich bedient, wie man zuvor das Blut behandelt, und in welchem Zeitpuncte nach seinem Ausfließen aus der Ader man es untersucht hat. Auch verursachen geringe, sonst kaum bemerkliche Modificationen in den Mischungsverhältnissen einer und derselben Substanz vermöge der leisen Empfänglichkeit des Blutes bedeutende Verschiedenheiten, wie denn z. B. eine eben bereitete Phosphorsäure anders wirkt als eine, die vor acht Tagen bereitet worden ist. So ist endlich auch das Blut nicht nur bei den verschiedenen Gattungen, Altern, Geschlechtern und Individuen, sondern auch nach Maaßgabe des jedesmaligen Lebenszustandes so modificirt, daß es sich gegen dieselbe Einwirkung verschieden verhält, und jene Modificationen sind doch wieder an sich so gering, daß wir sie meist nur aus dem Erfolge errathen, nicht selbst nachweisen können. — Unter diesen Umständen ist nun die wissenschaftliche Bearbeitung der Chemie des Blutes höchst schwierig: schildern wir die Wirkung einer Potenz im Allgemeinen, so gerathen wir in Gefahr, etwas als allgemein gültig anzunehmen, was nur von gewissen Bedingungen abhängig ist; und setzen wir die Bedingungen des jedesmahligen Erfolgs aus einander, so verlieren wir uns in Einzelnheiten und gelangen zu keinem allgemeinen Resultate. Noch ist zur Zeit ein genialer Physiker zu erwarten, der die Verhältnisse des Blutes auf umfassende Weise untersucht und allgemein gültige Ansichten darüber aufstellt. Der gegenwärtige Zustand der Wissenschaft mag die etwanige Mangelhaftigkeit der folgenden Darstellung (§. 673—687) entschuldigen.

§. 673. Unter den sogenannten Imponderabilien wirkt A) das Licht nur schwach ein: nach Heidemann soll das Blut, dem Sonnenlichte ausgesetzt, früher gerinnen als im Schatten (Nr. 184. VI. S. 423), und es fragt sich, welchen Antheil die Wärme daran hat. B) Die Elektricität wirkt auf die Temperatur, die Gerinnbarkeit und das Mischungsverhältniß des Blutes ein. a) Wenn Wilson (Nr. 563. S. 195) das Blut bei Einwirkung des Gal=

vanismus später als sonst erkalten sah, so mochte dies wohl von der erhöhten Temperatur der Leitungsdrähte abhängen; denn Schübler erwies, daß das Blut nicht nur gleich Quecksilber und Öl durch Elektricität erkaltet, sondern auch dabei gleich dem Wasser um zwei Grad kälter wird als das umgebende Medium (Nr. 584. XXXIX. S. 318, 344). Mithin scheint die erste Wirkung der Elektricität in Vermehrung der Verdünstung zu bestehen, denn diese ist doch ohne Zweifel die Ursache jener Abkühlung. b) Nach Schröder (Nr. 502. p. 84) und Scudamore (Nr. 521. S. 46 fgg.) soll das Blut bei Einwirkung des Galvanismus früher gerinnen; auch will Gendrin (Nr. 538. II. p. 426) bemerkt haben, daß die Gerinnung bei Gewitterluft schneller erfolge. Allein Rossi überzeugte sich, daß das Blut in elektrisirter Luft langsamer gerinnt, dabei einen kleinern, weichern Kuchen und mehr gelbliches Serum giebt (Nr. 236. 1823. p. 634 sqq.); und Schübler fand bei genauerer Untersuchung, daß Elektricität überhaupt, und negative insbesondere, die Gerinnung verzögert, positive aber dieselbe in den obersten Schichten wirklich hemmt, so daß die Oberfläche wie aufgelöst aussieht. Wahrscheinlich beruht diese Verzögerung auf der Abkühlung. c) Das Blut wird nach Schröder (Nr. 502. p. 83) von elektrischen Schlägen, und nach Rossi in elektrischer Luft lebhafter geröthet. Brande beobachtete, daß das Blut im Kreise der Voltaischen Säule am negativen Pole stark alkalisch und dunkler, am positiven aber schwach sauer und heller gefärbt werde (Nr. 165. V. p. 156); dagegen bemerkte Krimer (Nr. 511. S. 314) eine dunkle Färbung und Verflüssigung am positiven Pole: die Verschiedenheit dieser Resultate hängt vielleicht von der verschiedenen Dauer und Intensität der galvanischen Einwirkung ab. Nach Schübler (a. a. O. S. 320 fgg.) wird flüssiges Blut am negativen Pole unter Entwickelung von Luftbläschen alkalisch und scharlachroth, geronnenes aber schwarz wie von einem Laugensalze oder von Wasserstoffgas; am positiven Pole hingegen wird es durch die hier entwickelte Säure zersetzt, aufgelöst und schwarz, indem sich um den Leiter her ein dunkler, schwarz werdender Ring bildet, der Kuchen daselbst eine Vertiefung bekommt, als ob er geätzt wäre, und das Serum, wie es scheint von aufge-

löstem und schwarz gewordenem Cruor, eine röthlich-schwärzliche Farbe annimmt. d) Schröder bemerkt noch, daß das Blut nach elektrischen Schlägen oder nach Einwirkung des Galvanismus früher als sonst in Fäulniß übergeht. C) Es nimmt sehr leicht Wärme an: hat es die Temperatur der Luft, so bewirkt es in dem darein getauchten Finger ein Gefühl von Kälte; auch läßt es sich über dem Feuer sehr bald erhitzen. e) Schon bei mäßiger Hitze gerinnt es. Ist es mit Wasser verdünnt, so sieht man zuerst einen grünlichen Schaum an der Oberfläche und einen grauen Bodensatz sich bilden, dann mehr Flocken niederfallen, wobei die Flüssigkeit nach dem Filtriren hellblutroth erscheint und noch gerinnbar ist; nach längerer Einwirkung der Wärme erhält man ein reichliches, grünlich-graues Gerinnsel und beim Filtriren eine blaßgelbe, durch Weingeist nicht zu coagulirende Flüssigkeit. Reines Blut wird in der Hitze schnell verdickt, trocken und entweder eine dunkelbraune, feste Masse, oder, wenn man es fortdauernd umgerührt hat, ein schwärzliches Pulver, welches sich fettig anfühlt, in verschlossenem Gefäße unverändert bleibt, an der Luft etwas feucht wird und etwa nach einigen Monaten kohlensaures Natrum auswittert. Bewerkstelligt man diese Gerinnung durch gelinde Wärme in einem Destillationsapparate, so geht eine wässerige Flüssigkeit über, welche einen schwachen animalischen Geruch hat, in höhern Wärmegraden gerinnt, beim Aufbewahren bald fault, Flocken absetzt und den Veilchensaft grün färbt: sie ist ohne Zweifel mit dem schon bei gewöhnlicher Temperatur sich entwickelnden Blutdunste (§. 667, b) identisch. f) In stärkerer Hitze schmilzt das geronnene trockene Blut, bläht sich auf, giebt graue, wie gesengtes Horn riechende Dämpfe und brennt mit heller Flamme. Die zurückbleibende Kohle ist glänzend schwarz und schwer einzuäschern, anfangs dicht und fest, bei fortgesetztem Brennen aber schwammig, sehr leicht und zerreiblich. Die Asche ist röthlich-gelb und enthält phosphorsaures, salzsaures und kohlensaures Natrum, phosphorsauren und kohlensauren Kalk, phosphorsauren Talk und phosphorsaures Eisenoxyd, zuweilen auch Spuren von Mangan und Kiesel. Geschieht die Verbrennung in einem Destillationsapparate, so gehen außer dem kohlensauren Gas, welches schon vor dem Verbrennen sich entwickelt haben kann, die flüch-

tigen Producte der Zersetzung über: gekohltes und geschwefeltes Wasserstoffgas; Ammonium, aus einer Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff entstanden; Blausäure, aus Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff gebildet; und brandiges Öl, welches theils roth und leicht, theils schwarz und dick ist, und vom vegetabilischen durch seinen Gehalt an Stickstoff und Phosphor, so wie durch hohe Veränderlichkeit bei Einwirkung von Luft und Licht sich unterscheidet. Verbrennt man das getrocknete Blut mit Kali gemengt, so wird durch letzteres die entstehende Blausäure fixirt, die sich mit dem Eisenoxyd verbindet, so daß die wässerige Auflösung (Blutlauge, lixivium sanguinis) neben andern Salzen blausaures Eisenkali enthält. — Nach Krimer (Nr. 511. S. 248) giebt frisches Blut bei der Destillation viel kohlensaures Gas und wenig Ammonium, faulendes viel Ammonium und die Kohlensäure an dasselbe gebunden.

§. 674. a) Was die Gase betrifft, so wird das Blut an seiner Oberfläche in Berührung der atmosphärischen Luft scharlachroth, an allen Puncten hingegen, die mit der Luft nicht in Berührung stehen, dunkelroth; wendet man dann den Blutkuchen, wenn er auch schon so fest geronnen ist, daß der Cruor sich nicht in ihm herabsenken kann, um, so wechseln dem gemäß die Farben; schüttelt man dunkles Blut in einer Flasche mit Luft zusammen, so wird es hellroth. In Sauerstoffgas wird es noch heller scharlachroth, wobei es schneller gerinnt und sich in einen festern Kuchen und ein klareres Serum reiner scheidet; bei längerer Einwirkung des Sauerstoffgases aber wird es dunkler und am Ende schwärzlich wie von Säuren. In kohlensaurem Gas wird es dunkel, so daß sein Roth bald mehr ins Blaue, bald mehr ins Braune spielt; es gerinnt langsamer und scheidet sich unvollkommener, indem der Kuchen weicher, das Serum trüber wird. Wasserstoffgas bewirkt ebenfalls eine dunkele Färbung; am meisten aber Schwefelwasserstoffgas. Stickstoffoxydulgas giebt eine Purpurfarbe. Daß J. Davy die chemische Einwirkung der Gase auf das Blut, namentlich die Röthung durch atmosphärische Luft und Sauerstoffgas, neuerdings geleugnet hat, wollen wir hier nur als eine literarische Merkwürdigkeit anführen, da wir bei Betrachtung der Umwandlung des Blutes in den Lungen noch darauf zurückkommen werden. b) Das

Blut hat eine große Verwandtschaft zum Wasser und nimmt die Hälfte oder auch gleiche Theile davon in sich auf, und zwar auch in den Kuchen, so daß dieser an Masse dadurch zunimmt und in den von Hey angestellten Versuchen sich zum Serum wie 3,26 : 1 verhielt, während das Verhältniß ohne Zusatz von Wasser nur 2,45 : 1 war (Nr. 499. p. 40). Durch eine größere Menge Wasser soll das flüssige Blut aufgelöst, und namentlich durch 20 Theile Wasser seine Gerinnung verhindert werden; allein dies scheint nur auf einer Täuschung zu beruhen: der Faserstoff gerinnt dabei wie sonst, aber, da er überhaupt in geringer Quantität vorhanden (§. 684) und hier in einer sehr verdünnten Flüssigkeit enthalten ist, äußerst fein zertheilt und um so weniger sichtbar, da sich der Cruor auflöst und nicht an ihm haftet; aber ziemlich bald wird er sichtbar, indem er sich im Wasser zu Boden setzt. — Gießt man auf den Blutkuchen Wasser und erneuert dasselbe täglich, so bleibt nach einem Monate nur wenig davon übrig; dieser Rückstand mag aber auch der ganze Gehalt des Blutes an Faserstoff seyn, wenn nicht ein Theil davon durch Zersetzung in Wasser auflöslich geworden ist. Denn der Blutkuchen geht beim Einweichen in Wasser schneller in Fäulniß über und wird nach Absetzung des dunkler gewordenen Cruors in eine Art Fettwachs verwandelt. Heißes Wasser bewirkt vermöge der Wärme Gerinnsel, in welchen Faserstoff mit Cruor und Eiweißstoff vereint ist, und die bei anhaltendem Kochen zersetzt und zum Theil in Osmazom, welches sich im Wasser auflöst, umgewandelt werden. c) Die Säuren bewirken in flüssigem Blute eine Gerinnung aller Theile, welche derselben fähig sind, und meist eine dunklere Färbung; Letzteres gilt besonders von der Schwefelsäure, die gleich dem Chlor das Blut schwarz färbt. Die Einwirkung auf die geronnenen Bestandtheile des Blutes (Eiweißstoff, Cruor und Faserstoff) ist erstlich nach dem Grade verschieden. In starken und concentrirten Säuren quillt das Gerinnsel auf, erweicht sich, wird schlüpfrig und wie eine feste Sulze, zum Theil aber auch schmierig oder bröcklig. Dabei wird es, besonders unter Mitwirkung einer höhern Temperatur, zersetzt, und ein Theil der dadurch neu entstandenen Verbindung wird von der Säure aufgenommen (aus der man sie durch Zusatz von Wasser oder Weingeist oder Laugensalz

fällen kann), während das Übrige unaufgelöst bleibt. Schwächere oder verdünnte Säuren versetzen in der gewöhnlichen Temperatur das Blutgerinnsel in einen oxydartigen Zustand, wobei es zusammenschrumpft und in Wasser unlöslich wird. Entfernt man dann die überschüssige Säure durch wiederholtes Auswaschen, oder hat man nur eine schwächer wirkende Säure angewendet, so erhält man eine Verbindung, in welcher Säure und Blutgerinnsel einander das Gleichgewicht halten, oder die neutral, salzartig und in Wasser löslich ist, wobei aber die Blutstoffe ihre ursprünglichen Eigenschaften, z. B. ihre Fähigkeit in der Hitze zu gerinnen, verloren haben und mehr oder weniger zersetzt sind. — Zweitens kommt es auf die Qualität der Säuren und ihre Verwandtschaft zum Blute an. Am mächtigsten wirken diejenigen Säuren, welche der Mischung des Blutes am fremdartigsten sind, die Schwefelsäure und Salpetersäure: sie setzen einen Theil ihres Sauerstoffs an das Blut ab und scheiden einen Theil seines Stickstoffes aus, entweder rein als Gas, oder mit Wasserstoff als Ammonium, oder mit Kohlenstoff und Wasserstoff als Blausäure, so daß der stickstofflose, nur aus Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff bestehende Theil als Fett, Kohle, Kleesäure, Essigsäure oder Äpfelsäure zurückbleibt. Die Salzsäure wirkt mit geringerer Intensität und entwickelt nur in der Hitze Stickgas; bei gewöhnlicher Temperatur giebt sie eine Auflösung, aus welcher zugesetztes Wasser die neutrale Verbindung des Blutstoffes mit Säure niederschlägt. Essigsäure aber versetzt denselben unmittelbar in diesen Zustand, wo er in warmem Wasser löslich ist. Frisch bereitete Phosphorsäure verhält sich gleich der Schwefel- und Salpetersäure, aufbewahrte hingegen gleich der Essigsäure. — Schwefelsäure schlägt die flüssigen Stoffe als saure, unlösliche Gerinnsel nieder; färbt die geronnenen Stoffe dunkel, erweicht sie zu einer Art Sulze und löst, vorzüglich in der Hitze, einen Theil davon zu einer rothbraunen oder schwarzen Flüssigkeit auf; sie scheidet Ammonium aus, so daß eine Kohle mit Fett und Essigsäure zurückbleibt, scheidet aber in der Hitze außerdem noch kohlensaures, schwefeligsaures, schwefel- und kohlenwasserstoffhaltiges Gas aus und läßt dann nur wenig Kohle zurück. Die Salpetersäure entwickelt Stickgas oder auch salpeteriges Gas, kohlensaures

und blausaures Gas, und bildet Fett und Kleesäure oder auch Äpfelsäure. Essigsäure, so wie andere vegetabilische Säure und länger aufbewahrte Phosphorsäure bewirkt keine Gerinnung und Fällung der in flüssiger Form befindlichen Blutstoffe und verwandelt die geronnenen in eine in Wasser lösliche Sulze. — d) das Chlor scheidet die organischen und unorganischen Bestandtheile des Blutes, indem es den Eiweißstoff und Cruor als salzsaure Gerinnsel aus ihren Flüssigkeiten niederschlägt, während Natrum, Kalk, Talk und Eisen, mit Salzsäure verbunden, aufgelöst zurückbleiben. — e) Kohlensaure, fixe Laugensalze wirken wenig, ätzende hingegen färben das Blut dunkler und hindern seine Gerinnung; machen die noch flüssigen Blutstoffe dünnflüssiger und dunkelfarbiger, die geronnenen dunkelroth, braun, schwarz, weich, aufgequollen, sulzig; endlich geben sie eine gelbbraune oder rothbraune Auflösung, welche, wenn das Laugensalz Kohlensäure an sich zieht, getrübt, sonst aber durch Säuren niedergeschlagen wird, so wie umgekehrt die durch Säuren geronnenen Stoffe durch Laugensalze aufgelöst werden. Das Ammonium wirkt ebenfalls auflösend und verursacht selbst, wenn es sich durch beginnende Zersetzung des in Wasser aufgelöst gewesenen und durch Oxydation niedergeschlagenen Cruors gebildet hat, daß dieser sich wieder auflöst und die farblos gewordene Flüssigkeit von Neuem röthet. — f) Die Neutralsalze geben dem Blute eine lebhaftere Röthe und verhindern mehr oder weniger seine Gerinnung; Letzteres gilt vornehmlich vom salzsauren Ammonium, schwefelsauren Kali und Talke, so wie vom Natronweinsteine. Auch den Blutkuchen färben sie hellroth. Erdige Salze erleiden eine Zersetzung, indem ihre Säure mit dem Natrum des Blutes eine Verbindung eingeht, und ihre Erde, mit dessen Phosphorsäure verbunden, sich niederschlägt. — g) Die meisten metallischen Salze, namentlich die Blei-, Silber- und Quecksilbersalze, schlagen die noch flüssigen, so wie die in Säuren oder Laugensalzen aufgelösten Blutstoffe nieder, indem ihr Metall mit diesen ein unauflösliches, der Fäulniß nicht unterworfenes Gerinnsel darstellt, während ihre Säure mit dem Natrum der Blutstoffe eine Verbindung eingeht. h) Weingeist coagulirt die flüssigen Blutstoffe und verdichtet die geronnenen; unter Mitwirkung der Wärme

entwickelt er aus ihnen ein übelriechendes Fett, welches sich zum Theil in ihm auflöst und durch Wasser daraus niedergeschlagen wird, oder beim Abdampfen zurückbleibt. Der Äther wirkt eben so. — i) Der Galläpfelabsud giebt dem Blute eine schwarze Färbung und dem Kuchen eine größere Dichtigkeit; die noch flüssigen oder in Säuren oder Laugensalzen aufgelösten Blutstoffe schlägt er als eine gelbbraune, zähe, in Wasser unlösliche und der Fäulniß nicht unterworfene Substanz nieder. — k) Milch, Harn, Galle verzögern die Gerinnung. Nach Home (Nr. 165. V. p. 112 —119) nahm frisches Blut gleiche Theile Harn beim Gerinnen in sich auf; der Blutkuchen, täglich dreimahl mit frischem Harne übergossen, war nach drei bis vier Wochen ganz aufgelöst, ohne in Fäulniß übergegangen zu seyn, und so ging auch bei lebenden Menschen in die Harnblase ergossenes und daselbst geronnenes Blut, im Harne aufgelöst, allmählig ab.

Bestandtheile des Blutes.

§. 675. Das Blut scheidet sich von selbst in drei verschiedene Theile: eine wasserhelle Flüssigkeit, eine rothe Flüssigkeit, und eine geronnene feste Substanz. Der Natur folgend, erkennen wir also drei unmittelbare und wesentliche Bestandtheile des Blutes an, nämlich den mit Wasser und Salzen das Serum darstellenden Eiweißstoff (materia albuminosa, albumen), den Cruor (welchen Parmentier und Deyeux Tomellin, mehrere neue Chemiker Hämatin, Zoohämatin oder Blutroth, Hünefeld Phoenodin oder Hämatochroit, Blainville Hämatosin nennen, welche Namen jedoch zweideutig sind, da sie auch zur Bezeichnung eines besondern Stoffes, welchem der Cruor seine Farbe verdanken soll, gebraucht werden), und den Faserstoff (fibrina, materia fibrosa, vormals Lymphe oder plastische Lymphe, von Moskati auch mucus genannt). Diese drei Substanzen, die wir unter dem Namen der Blutstoffe im engern Sinne des Wortes begreifen wollen, sind uns die wichtigsten, weil sie bei der einfachsten, keine anderweitige Zersetzung bewirkenden Behandlung sich abscheiden, so daß wir sie allein mit Bestimmtheit für wirkliche Bestandtheile des Blutes, die von den durch chemische Operation daraus erst entstandenen Producten verschieden sind, erklären dürfen.

a) Den Faserstoff erhält man als den einen Gemengtheil des Blutkuchens, wenn man diesen so lange mit Wasser auswäscht, bis dieses sich nicht mehr röthet, und der Rückstand seine Röthe völlig verloren hat. Den Eiweißstoff gewinnt man dadurch, daß man das Serum durch eine Wärme von ungefähr 55 bis 60° Réaum. zum Gerinnen bringt; raucht man es bei 80° Réaum. bis zur Trockenheit ab, so erhält man den Eiweißstoff auch, jedoch mit Salzen und Osmazom vermischt. Den Cruor endlich verschafft man sich am einfachsten in flüssiger Form durch Auspressen des Blutkuchens, wenn dieser, trocken gelegt, kein Serum mehr ausscheidet: zwar ist dann der Cruor noch nicht von allem Serum befreit, allein diese geringe Beimischung giebt gewiß zu weniger unrichtigen Resultaten Anlaß, als wenn man durch gewaltsame Mittel die Scheidung erzwingen will, denn es ist besser einen Stoff unrein als für ihn einen aus seiner Zersetzung entstandenen fremden Körper zu untersuchen. Der Cruor besteht nämlich aus discreten Körpern (den Blutkörnern), welche im Serum schweben und von diesem auf mechanischem Wege sich nicht trennen lassen, da sie vermöge ihrer Kleinheit auch durch die Seihewerkzeuge gehen. Nach Engelhart soll der Cruor aus dem mit Wasser verdünnten Blute durch mäßige Wärme rein niedergeschlagen werden: allein er scheint dann mit Eiweißstoff verbunden zu seyn und hat jedenfalls durch die Gerinnung einige seiner ursprünglichen Eigenschaften verloren. — Nach Denis (Nr. 532 p. 96 sqq.) soll man den Blutkuchen bei gelinder Wärme austrocknen und hierauf mit 120 Theilen Wasser auswaschen, um den Faserstoff zu erhalten; man soll das dazu gebrauchte Wasser in eine Wärme von 56° Réaum. bringen, um den Cruor zu gewinnen, der sich dabei mit einem Minimum von Eiweißstoffe niederschlägt; endlich soll man das Serum mit dem Heber vom Blutkuchen abnehmen, es bei gelinder Wärme abrauchen, den Rückstand in Wasser auflösen, durch die Siedehitze zum Gerinnen bringen und das Gerinnsel so oft mit Weingeist abkochen, um so den Eiweißstoff ganz rein von Salz und Fett zu haben, indessen scheint diese Behandlung mit Weingeist unzweckmäßig zu seyn (vgl. §. 674, h). b) Diese nächsten Bestandtheile des Blutes haben viele Eigenschaften mit einander gemein, vermöge deren man sie unter dem allgemeinen Begriffe

der thierischen Materie zusammenfassen kann; jeder derselben erscheint aber als eine besondere Form dieser Materie und hat demnach seine besondern Eigenthümlichkeiten. Somit müssen wir, um zu einer gründlichern Erkenntniß dieser Bestandtheile den Grund zu legen, überall vergleichungsweise zu Werke gehen. Leider hat die Chemie diesen Gegenstand bisher noch nicht erschöpfend abgehandelt, da sie überhaupt die organischen Stoffe isolirt zu betrachten und die comparative Methode, welcher die Anatomie und Physiologie so Vieles verdankt, zu wenig anzuwenden pflegt. Daher erklärt denn Berzelius (Nr. 575. S. 69. 71), Faserstoff, Eiweißstoff und Cruor seyen eine und dieselbe chemische Substanz und nur durch irgend einen wenig bedeutenden, aber unbekannten Nebenumstand von einander verschieden, da doch, nach den sinnlichen Eigenschaften zu urtheilen, die chemischen Verschiedenheiten nicht so ganz unbedeutend seyn können, daß sie bei einer genauen Untersuchung sich nicht sollten entdecken lassen.

§. 676. Fassen wir zuvörderst die sinnlichen Eigenschaften ins Auge, so finden wir vor allen Dingen an der thierischen Materie a) die Fähigkeit zu gerinnen, d. h. in eine feste Masse sich zusammenzuziehen, welche ohne Zersetzung oder Veränderung der Qualität nicht wieder in den flüssigen Zustand gebracht oder im Wasser gelöst werden kann; und wir unterscheiden davon die Trockenheit, d. h. die größere Festigkeit oder Härte, welche auf dem Verluste des Wassergehaltes beruht, so daß durch Zusatz von Wasser der frühere flüssige oder weiche Zustand sich wieder herstellen läßt. Den Faserstoff kennen wir nur im geronnenen Zustande, da er, so wie wir das Blut unserer Untersuchung unterwerfen, alsbald gerinnt, während der Eiweißstoff und der Cruor im flüssigen Zustande verharren, oder auch eintrocknen können, ohne zu gerinnen: so enthält alles Blut, welches in der gewöhnlichen Temperatur an einem festen Körper, der es nicht zu zersetzen vermag, eine feste Form angenommen hat, geronnenen Faserstoff und getrockneten, in Wasser löslichen Eiweißstoff und Cruor. Diese beiden Stoffe müssen wir daher vornehmlich im geronnenen Zustande betrachten, wenn wir sie mit dem Faserstoffe vergleichen wollen. b) Der Cruor giebt dem Blute seine eigenthümliche Farbe; durch Hitze geronnen, ist er dun-

kelrothbraun. Der Faserstoff und der geronnene Eiweißstoff sind weiß und undurchsichtig: ersterer mehr graulich, letzterer ins Grünliche spielend. c) Der flüssige Cruor besteht allein aus regelmäßigen runden Körperchen (§. 664.); frisches Serum enthält keine ähnlichen Kügelchen, sondern stellt eine durchaus gleichförmige Auflösung dar; erst wenn es sich zersetzt, bildet der in kleinen Massen sich niederschlagende und gerinnende Eiweißstoff rundliche Klümpchen. Solche Kügelchen, die meist viel kleiner als die Blutkörner waren, sah Bauer unter seinen Augen entstehen und sich vergrößern, auch nach wochenlanger Aufbewahrung des Serums an Zahl fortdauernd zunehmen (Nr. 185. V. S. 380); Prevost und Dumas beobachteten sie in dem durch Galvanismus oder Hitze gerinnenden Serum und bestimmen ihre Größe auf $\frac{1}{580}$ Linie, was aber wohl sehr zufällig ist, wie auch Treviranus (Nr. 166. I. S. 120) in gerinnendem Vogeleiweiß Kügelchen von verschiedener Größe bemerkte. Diese Eiweißstoffkügelchen haben als Concremente, welche durch Gerinnung entstehen, gar keine Ähnlichkeit mit den Blutkörnern, welche im frischen Cruor sich finden und bei dessen Gerinnung verschwinden oder in Klumpen verschmelzen. — Wo der Eiweißstoff schneller und zu größern Massen gerinnt, ist an diesen weder eine Zusammensetzung aus Kügelchen, noch überhaupt eine regelmäßige Form zu erkennen. Der Faserstoff des Blutkuchens zeigt deutliche Fasern, von welchen man öfters behauptet hat, daß sie aus an einander gereihten Kügelchen entstehen: allein diese Meinung ist unter Anderem schon von Senac (Nr. 489. II. p. 279) und neuerlich von Blainville (Nr. 566. I. p. 234) widerlegt worden; nur ein einziges Mal sah ich Reihen farbloser Kügelchen in geradliniger oder bogiger Form, allein dies war in Cruor, den ich aus einem seit fünf Tagen an der Luft und zum Theil im Sonnenscheine gestandenen Blutkuchen gepreßt hatte, wo also an Gerinnung von Faserstoff nicht mehr zu denken war, und nach wenigen Minuten waren sämmtliche Kügelchen verschwunden, so daß ich sie für Luftbläschen halten mußte. Überhaupt aber gerinnt der Faserstoff nicht durchaus in Fasern: an der Oberfläche des Blutkuchens bildet er eine häutige Ausbreitung, an welcher keine Spur von faserigem Gewebe zu erkennen ist; und aus dem Wasser, in

welches man frisches Blut gegossen hat, setzt er sich als eine weiche, formlose Masse ab, die eben so wenig Fasern als Kügelchen zeigt. d) Der Cruor ist der schwerste und gehaltreichste Theil des Blutes: er sammelt sich vornehmlich in den untern Schichten des Kuchens an und verliert beim Trocknen weniger an Umfang und Gewicht; im flüssigen Zustande verhält sich seine specifische Schwere zu der des Wassers nach Thackrah (Nr. 499. p. 22) wie 1200: 1000, während die des feuchten Faserstoffes nach Davy 1046, die des geronnenen Eiweißstoffes 1305 ist (Nr. 361. II. S. 386). e) Der aus dem Blutkuchen erhaltene Faserstoff ist cohärent, etwa wie weichgekochtes Fleisch, läßt sich in Fäden ziehen, nur mit einiger Mühe zerreißen, dehnt sich, wenn man ihn zusammen gedrückt hat, wieder aus und läßt sich ballen oder in Kügelchen drehen. Der geronnene Eiweißstoff ist klumpig, schlüpfrig und läßt sich weder ballen, noch zerdrücken, sondern weicht unter den Fingern aus. Der geronnene Cruor ist zerreiblich, bröcklig, erdig und läßt sich aufstreichen. f) Durch das Trocknen wird der Faserstoff bräunlich, hart, spröde; der geronnene Eiweißstoff eben so, doch mehr braungelb und an den Kanten etwas durchscheinend; der Cruor hingegen schrumpft nicht so wie jene beiden Stoffe ein, sondern bleibt bröcklig und wird an der Oberfläche schwarz, wie verkohlt. g) Der frisch geronnene, feuchte Eiweißstoff hat den Geruch der thierischen Ausdünstung, z. B. von Ochsenblute riecht er nach dem Kuhstalle; der Faserstoff riecht wenig; der Cruor gar nicht. Alle drei Stoffe sind geschmacklos. h) Der Eiweißstoff geht zuerst in Fäulniß über; bald darauf der Faserstoff; am spätesten der Cruor, auch wenn er in Wasser aufgelöst, oder mit den übrigen, schon faulenden Blutstoffen gemengt ist. Bei der Fäulniß entwickelt sich aus dem Eiweißstoffe und dem Cruor unter Anderem auch Schwefelwasserstoffgas; der Faserstoff scheint keines zu geben und wird dagegen unter begünstigenden Umständen in Fettwachs umgebildet.

§. 677. a) Der Eiweißstoff des Serums gerinnt durch Einwirkung des Galvanismus, und zwar bei einer schwachen Säule vorzüglich nur am positiven Pole, bei einer stärkern an beiden Polen; am Leiter des negativen Poles sammelt sich Natrum; während das Gerinnsel am positiven Pole Salzsäure enthält. Am positiven

Pole scheint die Gerinnung von der Entwickelung der Säure abzuhängen; die am negativen Pole leitete Brande von einer Ausscheidung des die Flüssigkeit bedingenden Laugensalzes her (Nr. 185. II. S. 300 fgg.); Prevost und Dumas aber glauben, es werde vielmehr der Natrumgehalt des Eiweißstoffes vermehrt, und dieser dadurch in eine dem Mucus ähnliche Sulze verwandelt (Nr. 244. XVII. p. 300 sqq.); nach C. Gmelin und Berzelius bewirkt der Galvanismus die Gerinnung nur durch Wärmeerzeugung und scheidet den Eiweißstoff in Verbindung mit Oxyden der als Leiter gebrauchten Metalle ab (Nr. 585. IV. S. 222). b) Gelinde Wärme bewirkt nur Austreibung des Wassers oder Austrocknung. Durch ein solches Verdunsten des Wassers, in welchem sie ursprünglich aufgelöst sind, werden also der Eiweißstoff und der Cruor feste Körper, die sich in Wasser wieder vollkommen auflösen: der vom Verdunsten des Serums zurückbleibende Eiweißstoff stellt ein graues Pulver dar, welches einer Hitze von 80° ausgesetzt werden kann, ohne seine Auflöslichkeit zu verlieren; der abgedunstete Cruor ist eine dichte schwarzbraune Masse. Der Faserstoff verliert beim Austrocknen etwa $\frac{3}{4}$ von seinem Gewichte, schrumpft wie Pergament zusammen, wird gelblich, hart und spröde, in Wasser aber wieder weich, biegsam und elastisch wie zuvor. c) Eine höhere Wärme coagulirt den flüssigen Eiweißstoff und Cruor, so daß diese Stoffe dadurch in Wasser eben so unlöslich werden, wie es der Faserstoff ursprünglich ist. Der Cruor soll in höherm Grade gerinnbar seyn als das Serum und bei einer Verdünnung mit zehn Theilen Wasser schon bei 52° Réaum. zu braunen Flocken gerinnen, während das Serum selbst bei 60° noch nicht gerinnt (Nr. 586. p. 41); jedoch scheint dieser Unterschied nur darauf zu beruhen, daß der Cruor mehr feste Theile enthält, oder eine gesättigtere Auflösung des gerinnbaren Stoffes ist, als das Serum, weshalb man denn auch aus einer verdünnten Mischung beider Flüssigkeiten bei 52° den Cruor nicht ausscheiden kann. Unverdünntes Serum gerinnt bei 57°. Löst man den getrockneten Eiweißstoff in Wasser auf und läßt ihn durch die Siedehitze gerinnen, so schmeckt das überstehende Wasser salzig und läßt beim Eintrocknen Osmazom mit Salzen zurück; behandelt man den Cruor eben so, so bemerkt man dies.

an der übrigen Flüssigkeit wenig oder gar nicht. d) Bei einer Zersetzung durch höhere Wärmegrade, welche in ihren Wirkungen der Zersetzung durch Fäulniß (§. 671) ziemlich gleich ist, geben alle drei Stoffe, wie es scheint, meist dieselben Producte, wenn auch in verschiedenen Proportionen. Der Cruor giebt am wenigsten von gasförmigen Producten. Der Faserstoff giebt das meiste Ammonium; auch ziemlich viel Blausäure und brandiges Öl. Schwefelwasserstoffgas entbindet sich vorzüglich aus dem Eiweißstoffe. — Der Faserstoff brennt mit der hellsten Flamme und dem stärksten Horngeruche; beim Cruor ist beides am schwächsten. Die Kohle des Faserstoffs wird nicht ganz so schwammig wie die des Eiweißstoffes und Cruors. Am meisten unterscheidet sich die Asche: die des Cruors ist röthlich, die des Faserstoffes und Eiweißstoffes weiß; die Salzsäure giebt mit ersterer eine gelbe, mit den beiden letztern eine farblose Auflösung; Reagentien zeigen in der Asche des Cruors kohlensauren und phosphorsauren Kalk und Eisenoxyd, in der des Eiweißstoffes salzsaures, phosphorsaures und kohlensaures Natrum und phosphorsauren Kalk, in der des Faserstoffes nur phosphorsauren Kalk, entweder mit gar keinem oder äußerst wenigem Natrum.

§. 678. a) Das Serum absorbirt leicht atmosphärische Luft und schäumt, wenn man es umrührt. Der Cruor nimmt an der Luft eine hellrothe Farbe an; auch der Faserstoff wird beim Trocknen zuweilen roth, ehe er sich bräunt, jedoch nur wenn Cruor an ihm haftet: ganz reiner Faserstoff, wie er sich aus dem mit vielem Wasser verdünnten Blute niedergeschlagen hat, röthet sich nicht an der Luft, wiewohl Gruithuisen und Berthold eine solche Röthung behaupten. Die chemische Wirkung der Gase äußert sich am Cruor in der Farbe, am Faserstoffe in der Cohäsion: dieser wird in Sauerstoffgas fester, in Wasserstoffgas erweicht; jener wird hier dunkler, dort heller roth. Übrigens ergiebt sich die nahe Verwandtschaft des Faserstoffs zum Sauerstoffe auch daraus, daß er das oxygenirte Wasser zersetzt, was vom Eiweißstoffe nicht gilt. — b) Das Serum, als eine wässerige Auflösung des Eiweißstoffes, läßt sich mit Wasser in jedem Verhältnisse mischen, ohne sich zu verändern; eine Mischung mit zwei bis drei Theilen Wasser ist selbst noch ziemlich klebrig. Der Cruor löst sich in allen Proportionen

im Wasser auf, und zwar schneller und leichter als in jeder andern Flüssigkeit: er giebt eine hellrothe Auflösung, in welcher man unterm Mikroskope keine Spur von Blutkörnern oder andern Gerinnseln erkennt. — Getrockneter Eiweißstoff giebt mit vier Theilen Wasser eine helle, etwas gelbliche Auflösung; getrockneter Cruor giebt eine hellrothe oder auch braunrothe Auflösung. c) Beide Stoffe gerinnen, wenn diese ihre Auflösungen erhitzt werden, und zwar der Cruor in braunen Flocken, wobei die darüber stehende Flüssigkeit farblos wird. Aber auch in der gewöhnlichen Temperatur verlieren sie, wie es scheint durch Anziehung von atmosphärischem Sauerstoffe, etwas von ihrer Löslichkeit, sie mögen nun in festem oder flüssigem Zustande sich befinden. Aus seiner wässerigen Auflösung schlägt sich der Cruor nach einiger Zeit als ein rother Bodensatz nieder, so daß die Flüssigkeit wasserhell wird; und wenn man trockne Blutflecke aus Zeuchen auswäscht, findet man, daß der Cruor in dem Wasser sich bald zu Boden setzt und dasselbe nur beim Schütteln rothbraun färbt, also seine Löslichkeit verloren hat. Ein kleiner Theil des Eiweißstoffes schlägt sich aus dem Serum, wenn es eine Zeit lang an der Luft gestanden hat, oder aus einer Auflösung in lufthaltigem Wasser in Klümpchen nieder, welche die Flüssigkeit etwas trüben und unter dem Mikroskope sichtbar sind; und eben so bilden sich einige Flocken in der wässerigen Auflösung des getrockneten Eiweißstoffes, wenn derselbe zuvor lange an der Luft gelegen hatte. Nach der Behauptung mehrerer Chemiker soll der Cruor unter allen diesen Umständen leichter in den geronnenen Zustand übergehen als der Eiweißstoff: indessen scheint dies nicht durchaus erwiesen zu seyn. d) Der Faserstoff ist in Wasser unlöslich, schrumpft in heißem Wasser zusammen, wird aber bei anhaltendem Kochen erweicht, wobei ein kleiner Theil von ihm sich auflöst, der aber wahrscheinlich durch Zersetzung (§. 673, b) erst gebildet ist. Eiweißstoff und Cruor sind im geronnenen Zustande dem Faserstoffe gleich, und wenn sich von ersterem nach Chevreul $\frac{1}{1000}$ im Wasser auflöst, so fragt es sich, ob dies nicht ebenfalls auf einer theilweisen Zersetzung beruht? Übrigens scheint der geronnene Eiweißstoff die stärkste Adhäsion zum Wasser zu haben: er trocknet an der Luft am spätesten, der Faserstoff am frühesten, und mit Wasser ge=

rieben, giebt jener eine dauerndere Emulsion als dieser, wie er denn auch, wenn man Serum mit gleichen Theilen Wasser erhitzt, letzteres in sein Gerinnsel mit aufnimmt.

§. 679. a) Von Säuren scheint der Faserstoff leichter und in größerer Menge aufgelöst zu werden; Cruor wird meist nur zum kleinern Theile aufgelöst und seinem größern Theile nach oxydartig, unlöslich, wiewohl andererseits seine salzartige, lösliche Verbindung nicht so leicht als die des Eiweißstoffes und Faserstoffes in die entgegengesetzte Form überzugehen scheint. Die Salpetersäure färbt den Eiweißstoff und Faserstoff gelb, den Cruor grün, ins Braune oder Rothe übergehend. Die Salzsäure giebt von jenen eine blaue, von diesem eine rothbraune Auflösung. Die Essigsäure greift den Faserstoff am stärksten, den Eiweißstoff am schwächsten an. b) Gegen Laugensalze hat aber der Faserstoff weniger Verwandtschaft und löst sich nicht so leicht darin auf; dagegen wird der Eiweißstoff von ihnen am stärksten angegriffen und entwickelt dabei, namentlich wenn er unter Mitwirkung der Hitze aufgelöst wird, außer dem Ammonium auch Schwefelwasserstoffgas. Auch der Kalk scheint eine feste Verbindung mit dem Eiweißstoffe einzugehen, indem eine Auflösung des letztern durch Kalkwasser getrübt wird. c) Neutralsalze ändern das Serum und den flüssigen Cruor nicht; letzterer bekommt davon nur eine lebhaftere Röthe, während seine Blutkörner in der wässerigen Auflösung der Salze ungeändert bleiben, so daß man sie durch dieses Mittel längere Zeit in ihrer ursprünglichen Form für die Beobachtung erhalten kann. Der Faserstoff wird von den Neutralsalzen erweicht, sulzig und zum Theil aufgelöst, namentlich von salzsaurem Ammonium; geronnener Eiweißstoff und Cruor werden weniger davon angegriffen. d) Nur solche Metalloxyde, welche ihren Sauerstoff leicht abgeben, äußern eine merkliche Wirkung. Rothes Quecksilberoxyd giebt dem Cruor eine lebhaftere Röthe, präcipitirt den Eiweißstoff und macht den Faserstoff fester gerinnen. Der Eiweißstoff scheint die meiste Verwandtschaft zu den Metallen zu haben: in der Voltaschen Säule verbindet er sich mit den Oxyden der als Leiter dienenden Metalle, z. B. zu einem grünen Kupferoxydalbuminate oder einem ockerfarbigen Eisenoxydalbuminate; auch nimmt Serum, in einem

kupfernen Geschirre gekocht, etwas Kupfer in sich auf. e) Gegen Pflanzenpigmente verhält sich die Auflösung des Eiweißstoffes alkalisch, die des Cruors wenig oder gar nicht.

§. 680.) A) Die weitere Zerlegung hat Folgendes ergeben. a) Wenn man die Asche der Blutstoffe oder, nach Engelhart (Nr. 586. p. 50), die Auflösung dieser Stoffe, aus welcher die organische Materie durch Chlor niedergeschlagen worden ist, weiter zerlegt, so erhält man vom Eiweißstoffe Natrum, Kalk, Schwefel, Kohlensäure, Salzsäure und Phosphorsäure; vom Cruor Eisen, Kalk, Phosphorsäure und wenig Natrum und Schwefel; vom Faserstoffe Kalk und Phosphorsäure. b) Nur Michaelis hat eine comparative Zerlegung der Blutstoffe in einfache Gase gegeben (Nr. 208. 1828. III. S. 94). Nach dem Durchschnitte des arteriösen und venösen Blutes ergiebt sich daraus folgendes Verhältniß:

	Kohlenstoff	Stickstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Eiweißstoff	52,831	15,533	7,176	24,460
Cruor	52,307	17,322	8,032	22,339
Faserstoff	50,907	17,427	7,741	23,925

Der Eiweißstoff enthält

	Kohlenstoff	Stickstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
nach Gay Lussac	52,883	15,705	7,540	23,872
nach Prout	49,750	15,550	7,775	26,925

Der Faserstoff enthält

	Kohlenstoff	Stickstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
nach Gay Lussac	53,360	19,934	7,021	19,685
nach Thomson	52,940	20,590	6,860	19,610

B) Versuchen wir nun den eigenthümlichen Charakter der drei Blutstoffe nach dem Allen zu bestimmen, so erscheint uns c) der Eiweißstoff als das Gemeinartigste, insofern er diejenigen Elementarstoffe, an welchen das Blut überhaupt am reichsten ist, verhältnißmäßig am reichlichsten enthält. Durch sein relatives Übergewicht von Kohlenstoff und Sauerstoff nähert er sich der vegetabilischen Mischung. Da er den meisten Sauerstoff enthält, so verhält er sich gegen den Faserstoff elektrisch negativ, indem er mehr von Laugensalzen und weniger von Säuren angegriffen wird und das oxy=

dirte Wasser nicht zersetzt. So enthält er auch vorzüglich die Neutralsalze, hat die stärkste Verwandtschaft zum Wasser, enthält im geronnenen Zustande mehr davon als die übrigen Blutstoffe, erscheint in rein flüssiger Form, gerinnt am wenigsten leicht, ist nach dem Gerinnen noch weich und schlüpfrig, verbindet sich gern mit Metallen, wobei sein Schwefelgehalt mit wirken kann, und zeigt seine hohe Zersetzbarkeit in der Voltaschen Säule und durch den frühern Eintritt der Fäulniß. d) Der Faserstoff verhält sich vermöge seines geringen Sauerstoffgehaltes positiv elektrisch, indem er von Säuren und Neutralsalzen am stärksten, von reinen Laugensalzen am schwächsten angegriffen wird, aus dem oxydirten Wasser Sauerstoff an sich reißt und mit der hellsten Flamme brennt. Er enthält den meisten Stickstoff und trägt daher den Charakter der thierischen Mischung vorzugsweise an sich. Er ist mit Kalk verbunden und zeichnet sich durch seine Tendenz zu stärkerer Cohäsion aus, gerinnt sogleich beim Austritte aus dem Kreise des Lebens und stellt eine feste, derbe Substanz von bestimmter Gestaltung dar. Daß er ein geronnener, stärker oxydirter Eiweißstoff sey (Nr. 100. IV. S. 364. 559. 573), läßt sich nicht behaupten. e) Der Cruor charakterisirt sich als der eigenthümlichste Blutstoff, indem die rothe Farbe, das ursprüngliche Bestehen aus discreten Körperchen und der Gehalt am Metall ihm ausschließlich zukommt, das Blut aber eben durch diese Eigenschaften vor andern Säften am meisten sich auszeichnet. Er ist am schwersten, brennt am schwächsten und giebt dabei die wenigsten Gase, aber das meiste Wasserstoffgas, so daß er gerade an dem Stoffe verhältnißmäßig am reichsten ist, den das Blut in geringster Menge enthält. Daß er besonders reich an Kohlenstoff, und darin dem Augenpigmente ähnlich, und mit manchen kohlenstoffigen Pflanzenpigmenten, z. B. dem Indigo, zu vergleichen sey (Nr. 450. II. S. 66. 79), hat die Analyse nicht bestätigt; wohl aber hat sie die überwiegend basische Natur desselben nachgewiesen, indem sie gelehrt hat, daß er unter den Blutstoffen den wenigsten Sauerstoff enthält. f) Cruor und Faserstoff erscheinen als die höhern Entwickelungen des gemeinartigen Eiweißstoffes, wie sie denn auch bei den wirbellosen Thieren noch nicht vollständig ausgebildet sind: denn hier ist das Blut

mehr eiweißstoffig und zeigt weder wirkliche Blutkörner (§. 664, a), noch auch vollkommenen Faserstoff (§. 670, a). Die geringere Menge der Blutkörner und das spätere Gerinnen des Blutes bei Fischen und Amphibien deutet auch darauf hin, daß Cruor und Faserstoff hier weniger entwickelt sind als bei den höhern Wirbelthieren.

§. 681. Was das Verhältniß der Blutstoffe gegen einander anlangt, so äußern sie A) keine chemische Verwandtschaft zu einander. Nicht allein der Faserstoff, sondern auch der Cruor ist im Serum unauflöslich: die Blutkörner schweben darin, ohne ihre Form zu ändern, so daß man diesen Umstand benutzt, um sie längere Zeit beobachten zu können. Sowohl der Eiweißstoff, als auch das Neutralsalz des Serums hebt die Löslichkeit der Blutkörner in Wasser auf. Allmählig aber zersetzen sie sich und lösen sich im Serum auf, so daß dieses blutroth gefärbt wird. Nach Denis (Nr. 532. p. 93) bewirkt auch die Hitze eine solche Auflösung, die eine schmierige, wie Milchkaffee gefärbte Flüssigkeit giebt, aus welcher sich der Cruor nicht für sich allein durch fernere Erhitzung niederschlagen läßt. Gegen den Faserstoff zeigt derselbe eine starke adhäsive Verwandtschaft, so daß es einer ungeheuren Menge Wassers bedarf, um die Verbindung beider im Blutkuchen völlig aufzuheben. B) In quantitativer Hinsicht steht der Cruor oben an; der Eiweißstoff ist in geringerer Menge vorhanden, und der Faserstoff in geringster. Die Angaben über die nähern Verhältnisse weichen sehr von einander ab, indem nicht nur die Individualität des Subjectes, dessen Blut untersucht wird, sondern auch die Methode der Untersuchung, selbst die größere oder geringere Vollständigkeit des Abdampfens Verschiedenheiten herbeiführt. Beispielsweise führen wir Folgendes an. In 1000 Theilen Menschenblut fand

Read Clanny	134	Eiweißstoff,	160	Cruor,	28	Faserstoff.
J. Davy	38	=	221	=	23	=
Denis	78	=	150	=	12	=
Derselbe	60	=	181	=	2	=
Berthold	81	=	180	=	1	=
Derselbe	75	=	150	=	5	=

Read Clanny (Nr. 423. XVIII. p. 290) nahm hier die unzersetzten Stoffe in ihrem feuchten Zustande; Davy (Nr. 185. I. S. 138) und Denis in seiner frühern Angabe (Nr. 216. IX. p. 218 sqq.) nahmen sie ebenfalls unzersetzt, aber getrocknet; Berthold (Nr. 590. S. 259) scheint den Blutkuchen zum Theil zersetzt zu haben, da in diesem ein Theil der angegebenen Quantität des Eiweißstoffes enthalten war; in seiner spätern Angabe nahm Denis (Nr. 532. p. 297) die Blutstoffe zersetzt, d. h. nachdem er Fett, Osmazom, Cruorin, Eisen, Natrum, Kalk und Neutralsalze ausgeschieden hatte. a) Das Verhältniß des unzersetzten Eiweißstoffes (des gerinnbaren Theiles des Serums) zum Blutkuchen, oder zu Cruor und Faserstoff zusammengenommen ist beim Menschen nach Davy 1 : 6,421, nach Denis 1 : 2,076. Nach Prevost und Dumas (Nr. 185. VIII. S. 314) ist das Verhältniß bei

Tauben	1 : 3,319.	Meerschweinchen 1 : 1,467.
Raben	1 : 2,599.	Katzen 1 : 1,428.
Hühnern	1 : 2,493.	Kaninchen 1 : 1,373.
Reihern	1 : 2,239.	Ziegen 1 : 1,223.
Hunden	1 : 1,889.	Kälbern 1 : 1,101.
Schildkröten	1 : 1,868.	Pferden 1 : 1,025.
Enten	1 : 1,772.	Forellen 1 : 0,880.
Menschen	1 : 1,492.	Aalraupen 1 : 0,732.
Fröschen	1 : 1,487.	Aalen 1 : 0,638.

Nach diesen Angaben würde bei den Fischen der Eiweißstoff über Cruor und Faserstoff; die beiden letztern würden dagegen bei den Mammalien das Übergewicht haben und bei den Vögeln das Maximum erreichen; die Amphibien endlich würden den Vögeln ziemlich nahe stehen. Nach Bertholds Angaben verhielt sich der gesammte Eiweißstoff des Blutes zu Cruor und Faserstoff zusammengenommen bei

Tauben	1 : 3,148.	Schweinen	1 : 1,947.
Hunden	1 : 3,126.	Ochsen	1 : 1,915.
Hühnern	1 : 2,643.	Kälbern	1 : 1,474.
Katzen	1 : 2,468.	Hammeln	1 : 1,356.
Menschen	1 : 2,232.	Fröschen	1 : 1,227.
Karpfen	1 : 2,010.	Ziegen	1 : 1,159.

b) Der Faserstoff verhält sich zum Cruor beim Menschen im Durchschnitte wie 1 : 44; Lecanu fand das Verhältniß in einem Falle 1 : 33, in einem andern 1 : 63; Berthold fand es einmahl 1 : 27, ein anderes Mal 1 : 95; Denis schätzt es für gewöhnlich auf 1 : 72. Nach Berthold ist es bei

Schweinen	1 : 41.	Ochsen	1 : 17.
Katzen	1 : 36.	Tauben, Fröschen	
Hunden	1 : 28.	und Karpfen	1 : 7.
Ziegen	1 : 20.	Hühnern	1 : 6.
Kälbern und Hammeln	1 : 19.		

Hiernach ist der Cruor am meisten überwiegend über den Faserstoff beim Menschen, demnächst bei den fleischfressenden, weniger bei den pflanzenfressenden Säugethieren, am wenigsten bei Vögeln, Amphibien und Fischen.

§. 682. Außer diesen nächsten Bestandtheilen, in welche das Blut von Wirbelthieren für immer von selbst sich scheidet, hat man aus demselben auch noch andere Arten thierischer Substanz gezogen, deren wirkliches und allgemeines Daseyn im Blute mehr oder weniger problematisch ist. Denn einige dieser Substanzen werden nur nach Einwirkung starker chemischer Potenzen gefunden, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß sie aus einem Theile des in so hohem Grade zersetzbaren Blutes entstanden, mithin nichts anderes als Umwandelungen und neue Verbindungen von Eiweißstoff, Cruor und Faserstoff sind. Und wenn man im Blute bisweilen solche Stoffe bemerkt, die besondern secernirten Flüssigkeiten eigenthümlich sind, so ist dadurch noch nicht ihr normales Daseyn erwiesen, da das lebendige Blut selbst in einem steten Austausche der Stoffe mit dem übrigen Organismus begriffen ist: nach Unterdrückung einer Secretion kann sich ein ihrem Producte gleicher Stoff im Blute entwickeln, ohne daß deshalb an seine allgemeine Präexistenz in demselben zu denken ist; andererseits, und zwar noch häufiger, können Secretionsproducte durch Resorption in das Blut aufgenommen werden, denn häufig findet man, wie auch Velpeau (Nr. 423. VII. p. 306 sqq.) bestätigt, bei Eiterung in irgend einem Theile Eiter im Blute, den man eben so wenig als das Blei, Quecksilber u. s. w., die

nach Anbringung dieser Metalle auf die Haut oder Schleimhaut im Blute vorkommen, für einen wesentlichen Bestandtheil des Blutes halten kann. — Die nächsten und wesentlichsten Bestandtheile des Blutes (Eiweißstoff, Faserstoff, Cruor) werden aus demselben durch Weingeist in Flocken niedergeschlagen, und aus der darüber stehenden hellen, geistigen Flüssigkeit lassen sich besondere organische Substanzen und Neutralsalze ausziehen. Die einfachste Methode hierbei ist die folgende, von Lecanu angegebene. Man dampft die geistige Flüssigkeit ab und behandelt den Rückstand mit Äther. A) Ein Theil löst sich in Äther auf; der nach dem Verdunsten des Äthers übrig bleibende Rückstand wird mit kaltem Weingeiste behandelt, in welchem I) ein Theil sich auflöst, der als ölige Materie sich ausscheiden läßt, während II) der unauflösliche Theil ein krystallisirbares Fett darstellt. B) Der in Äther unauflösliche Theil wird mit kaltem Weingeiste behandelt: I) Ein Theil wird darin aufgelöst und giebt beim Abdampfen eine Extractivmaterie (siehe unten a); II) der unauflösliche Rückstand giebt mit kochendem Weingeiste 1) eine Auflösung von salzsauren Salzen mit etwas Extractivmaterie, und 2) einen unauflöslichen Rückstand, der in kaltem Wasser α) sich zum Theil auflöst, als eine Verbindung von Eiweißstoff mit Natrum und Salzen, und β) einen Rückstand, der ein Gemisch von Eiweißstoff und Cruor ist (Nr. 199. XXVI. p. 138 sqq.) — Was nun die einzelnen Substanzen anlangt, so ward a) die oben (B, I) erwähnte Extractivmaterie (früher Serosität genannt) bisher für identisch mit der Substanz gehalten, welche von Thenard Osmazom (von Thouvenel Fleischextract, von Marcet thierischer Extractivstoff) genannt worden ist. Man gewinnt das Osmazom durch Einwirkung der Hitze oder des Weingeistes auf irgend einen der drei Blutstoffe, so wie auch auf irgend einen festen oder flüssigen Theil des thierischen Körpers. Wenn das Serum oder der Cruor durch Hitze geronnen ist, so bleibt das Osmazom als sogenannte Serosität im flüssigen Zustande zurück, entweder neben dem Gerinnsel oder in ihm eingeschlossen, von welchem es sich durch Auspressen oder durch Digestion mit Wasser trennen läßt, und wird nach dem Abdampfen beim Erkalten sulzig; kocht man den Faserstoff im Papinianschen

Topfe mit Wasser, so wird ein Theil desselben als Osmazom in Wasser auflöslich, welches beim Abdampfen einen weißen, trockenen, zerreiblichen Rückstand giebt, und der übrige Faserstoff verliert seine Auflöslichkeit in Essigsäure, was auf eine erfolgte Zersetzung hindeutet. Eben so erhält man diesen Stoff durch Digestion des getrockneten oder geronnenen Eiweißstoffes oder Cruors, oder des Faserstoffes. Dunstet man das Wasser oder den Weingeist ab, so erscheint das Osmazom als eine gelbe oder röthlich braune, extractartige Substanz. Es ist nicht krystallisirbar, riecht und schmeckt wie Fleischbrühe und zieht, wenn es trocken ist, Wasser aus der Luft an; in der Hitze schmilzt es, verkohlt unter Entwickelung scharf riechender Dämpfe, aus kohlensaurem Ammonium und brandigem Öle bestehend, und läßt eine Asche mit kohlensaurem Natrum zurück. Es löst sich sowohl in kaltem oder heißem Wasser, als auch in Weingeist auf; aus der Auflösung wird es durch Gerbestoff in Flocken niedergeschlagen, welche in der Hitze nicht wie die in Gallerte entstandenen sich an einander hängen; Schwefelsäure und Salzsäure, sowie salpetersaures Silber oder Quecksilber und essigsaures Blei bewirken ebenfalls Niederschläge. — Wegen seiner sulzigen Consistenz und seiner Fällung durch Gerbestoff wurde es von Hewson, Fourcroy, Vauquelin, Parmentier und Deyeux für Gallerte gehalten: dagegen spricht seine Auflöslichkeit in Weingeist und die Beschaffenheit seines Niederschlags durch Gerbestoff. Bostock (Nr. 177. S. 93) hielt es wegen seiner Fällbarkeit durch essigsaures Blei für Mucus; allein diese Eigenschaft kommt auch dem Eiweißstoffe zu, und der Mucus wird durch salpetersaures Quecksilber nicht präcipitirt. Brande (Nr. 185. II. S. 284 fgg.) erklärte die Serosität für Eweißstoff mit überschüssigem Natrum, weil eine alkalische Auflösung des Eiweißstoffes in der Hitze nicht vollkommen gerinnt, und der Galvanismus, der das Natrum ausscheidet, die Bildung von Serosität gänzlich hindert; allein die Übereinstimmung der Serosität mit dem Osmazom spricht dagegen. Nach Berzelius ist es ein Gemisch von in Weingeist und Wasser auflöslicher, thierischer Materie mit milchsaurem Natrum, mit welchem noch salzsaures Kali und Natrum verbunden ist, und zwar giebt sich die Milchsäure durch den scharfen Ge-

schmack, die Fällbarkeit mittels Gerbestoff, die gelbbraune Färbung und das Feuchtwerden an der Luft zu erkennen; indessen leugnen mehrere Chemiker das Daseyn der Milchsäure, indem sie dafür Essigsäure annehmen, und durch die Aufstellung einer eigenen in Weingeist auflöslichen Materie wird nur eine Lücke in der Wissenschaft bezeichnet. Treviranus (Nr. 100. IV. S. 552) behauptet, das Osmazom sey Eiweißstoff mit Milchsäure, da derselbe überhaupt durch Säuren in einen gallertartigen Zustand versetzt werde; allein diese Ansicht scheint insofern zu beschränkt zu seyn, als sich auch aus reinem Faserstoff und Cruor Osmazom darstellen läßt. So sey denn die Vermuthung erlaubt, daß unter Einwirkung der Hitze oder des Weingeistes ein Theil der thierischen Materie überhaupt die salzsauren und milchsauren Salze an sich zieht und durch Schwängerung mit denselben Auflöslichkeit in Wasser, wie in Weingeist gewinnt. Übrigens behauptet Lecanu, die Extractivmaterie des Blutes sey vom Osmazom verschieden, namentlich darin, daß sie durch Säuren gefällt werde. b) Die Milchsäure (acidum galacticum) wird aus der Auflösung des Osmazoms, aus der man die thierische Materie durch Gerbestoff niedergeschlagen hat, gewonnen, ist braungelb, sauer schmeckend, in der Hitze scharf riechend, nicht krystallisirbar, wird an der Luft feucht, löst sich in Wasser und Weingeist auf, ist fixer Natur und giebt mit Alkalien, Erden und Metalloxyden eigene Salze. Man findet sie nur in geringer Menge im Blute, wie sie denn nach Berzelius sammt der thierischen Materie, mit welcher sie das Osmazom darstellt, nur $\frac{1}{150}$ des Serums ausmacht. Berzelius nimmt, freilich nur in Consequenz von der excrementitiellen Natur der thierischen Säuren, an, sie sey nicht mit dem Blute gebildet, sondern in dasselbe durch Resorption aufgenommen, um wieder ausgeleert zu werden. Indessen dürfte man auch fragen, ob sie nicht im Blute durch eine Zersetzung, wie in der Milch und mehrern vegetabilischen Substanzen durch saure Gährung erst gebildet werde? — c) Freies Fett ist für gewöhnlich nicht im Blute zu entdecken, wie denn auch Deyeux und Parmentier nie welches darin fanden. Das Serum und der Cruor mögen mit noch so viel Wasser verdünnt werden, sie bleiben immer klar, und wenn man behauptet, daß sich

beim Filtriren des frischen Blutes etwas Fett in das Fließpapier ziehe (Nr. 569. I. S. 99), so geschieht dies wenigstens für gewöhnlich nicht, und der Flecken, den man dabei im Papiere bemerkt, ist nicht fettig. Zuweilen hat man das Blut oder sein Serum weißlich und von milchigem Ansehen gefunden. In diesem Falle ist nicht immer Fett die Ursache davon, wie sich schon aus Hunters (Nr. 492. I. S. 113) Untersuchungen ergab; vielmehr beruht jenes Aussehen bisweilen auf der Beimengung von Chylus, wie denn z. B. Prout dasselbe besonders dann beobachtete, wenn das Blut einige Stunden nach der Mahlzeit gelassen worden war (Nr. 185. V. S. 245); oder es rührt auch von eingesogener Milch her, wie dies Anderson bei einem Menschen beobachtete, der drei Stunden vor dem Aderlasse sehr viel Milch getrunken und darauf Schmerzen in der Herzgegend bekommen hatte, wo die chemische Untersuchung vollständige Milch im Blute nachwies (Nr. 423. XXIII. p. 416). Bisweilen aber hängt das milchige Ansehen wirklich von Fett her. Thackrah (Nr. 499. p. 31) bemerkte solches öfters bei fetten, auch bei jungen (saugenden?) Thieren, wo es zuweilen eine rahmartige Haut bildete, und Adams will auf dem Blute der Hohlvene und der Blutleiter des Gehirnes bei einem wohlbeleibten, durch Vergiftung plötzlich verstorbenen Manne so viel Fett gefunden haben, daß es sich mit einem Löffel abnehmen ließ (N. 199. XI. p. 248). Hewson (Nr. 553. I. p. 141—150) fand einen Fettgehalt des Blutes nur bei Personen, die an Verdauungsfehlern und häufigem Erbrechen litten. Einzelne Fälle der Art beobachtete Thackrah (Nr. 499. p. 120) bei einer Epilepsie mit Plethora und bei einer Unterleibsentzündung; Stoker bei einer Harnruhr (Nr. 521. S. 146); Marcet bei Harnruhr und Leberentzündung (Nr. 450. II. S. 225); Sewart Traill bei Entzündung und Trunksucht (Nr. 423. II. p. 291); Christison bei acutem Rheumatismus und Wassersucht (Nr. 196. XXVII. S. 284). Nach Letzterem war das Serum specifisch leichter als sonst; das Fett betrug 0,03 bis 0,05 desselben, roch stark nach Öl, war bei 25° R. fest, wurde erst bei 28° ganz flüssig und schied sich, wenn es auf + 3° erkältet und auf Fließpapier gebracht wurde in Olein und Stearin. Sewart Traill zog aus dem milchi-

gen Serum durch Abdampfen 0,025 bis 0,045 Fett. Hiernach zeigt sich nur in seltenen Fällen freies Fett; welches ohne Zweifel durch Einsaugung bei einem meist krankhaften Zustande in das Blut gelangt ist. — Home (Nr. 165. III. p. 27) fand Fett im Blute von Rochen und Lachsen und nahm an, daß dasselbe auch im menschlichen Blute, jedoch im gebundenen Zustande sich finde. Dies ist jetzt ziemlich allgemein angenommen, da man wirklich Fett erhält, wenn man das Blut mit Äther schüttelt, oder mit Weingeist digerirt oder kocht, und die filtrirte Flüssigkeit bis zur Trockenheit abdampft, oder durch einen Zusatz von Wasser präcipitirt. Allein, ungeachtet Chevreul behauptet, die hierzu angewendeten Blutstoffe verlören dadurch nichts von ihren ursprünglichen Eigenschaften, so bleiben doch noch einige Zweifel gegen die Annahme, daß dieses Fett im Blute schon gebildet sey, übrig. Eine fettartige oder ölige Substanz erzeugt sich bei verschiedenen Zersetzungen vegetabilischer Substanzen, wie bei der Behandlung des Klebers mit Säuren, und selbst bei Einwirkung von Wasserdämpfen auf glühende Holzkohlen. Auch entsteht eine solche bei der völligen Zersetzung des Blutes durch Fäulniß, so wie durch Schwefelsäure oder Salpetersäure: sollte nicht dasselbe bei der Einwirkung des Äthers und Weingeistes Statt finden? Der Äther muß nach Babington mehrere Tage lang mit dem Serum gemischt stehen, ehe er ölhaltig wird (Nr. 581. XXVII. p. 208), und ohne Mitwirkung der Hitze wird es der Weingeist gar nicht. Nun gewinnt man aber bei solcher Behandlung ein Fett nicht allein aus jedem der drei Blutstoffe ohne Unterschied, sondern auch aus Gehirn, Nerven, Muskeln, Faserhäuten, Oberhaut, Haaren, Nägeln und allen eiweißstoffigen Flüssigkeiten, ja aus stickstoffigen Substanzen überhaupt: sonach würde es denn, wenn es präexistirte, kein besonderer Stoff, sondern die allgemeine thierische Materie seyn. Wäre es ferner wirklich ein Bestandtheil des Blutes, so müßte seine Quantität mit dem Zustande der Ernährung in einem gewissen Verhältnisse stehen: aber Denis (Nr. 532. p. 296 sqq.), der es übrigens für einen wirklichen Bestandtheil ansieht, bemerkte bei seinen ausgebreiteten Untersuchungen durchaus keinen solchen Zusammenhang, sondern erhielt durch die Behandlung mit Weingeist

sowohl bei wohlgenährten, vollblütigen, als bei magern, blutarmen Personen im Durchschnitte 0,0076 Fett aus dem Blute. Er bemerkte (ebd. p. 85), daß es noch nach Weingeist riecht, wenn auch dieser durch große und anhaltende Wärme verdunstet ist, was auf eine innigere Verbindung hindeutet. Außerdem aber unterscheidet es sich auch wesentlich nicht nur von dem im Zellgewebe befindlichen, sondern auch von dem nach den obigen Beobachtungen zuweilen frei im Blute gefundenen Fette: es enthält nämlich nach Chevreul Stickstoff und Phosphor, giebt daher beim Verbrennen Ammonium und Phosphorsäure, krystallisirt in glänzenden Blättern, giebt mit Wasser eine Emulsion und bildet mit Laugensalzen keine Seife, so daß es also auch nicht im Blute durch dessen Natrum gebunden seyn kann. Somit ist es denn sehr wahrscheinlich nur ein Product der Zersetzung. Übrigens fand Denis (ebd. p. 101 sqq.) außer dem rothen Fette auch noch Spuren eines weißen; Lecanu aber unterscheidet eine ölartige Materie (oben A, I), die in kaltem Weingeiste sich auflöst und beim Einäschern einen Rückstand ohne Säure hinterläßt, und ein festes Fett (A, II), welches in weißen Blättchen krystallisirt, nur in kochendem Weingeiste sich auflöst und beim Verbrennen eine phosphorsaure Asche giebt. — Man nimmt eine Reihe von besondern Färbestoffen (d — i) als Bestandtheile des Cruors an, weil man bei verschiedenen Zersetzungen desselben ein farbiges Product gewann, und machte sie durch eigene Namen geltend. d) Nach Vauquelin soll man den Färbestoff des Blutes erhalten, wenn man den Blutkuchen, mit vier Theilen Schwefelsäure, die mit acht Theilen Wasser verdünnt ist, gemengt, fünf bis sechs Stunden lang auf 56° R. erhitzt, die Flüssigkeit durchseiht und Ammonium zusetzt: der dabei entstehende Niederschlag ist purpurfarbig, wird beim Trocknen schwarz und glänzend und enthält kein Eisen (Nr. 185. III. S. 298 fgg.). Aber dies kann unmöglich ein organischer Bestandtheil seyn, denn keine organische Substanz kann eine solche Einwirkung von Schwefelsäure und Hitze aushalten, ohne in ihre Elemente zersetzt zu werden, aus denen neue Producte sich bilden. Übrigens unterscheidet sich auch jenes Product hinlänglich vom Cruor, indem es in Wasser unauflöslich ist, in Säuren und Laugensalzen leicht sich auflöst,

mit ihnen purpurrothe Auflösungen giebt u. s. w. e) Das Globulin von Lecanu bereitet man, indem man zu frischem, geschlagenem und mit Wasser verdünntem Blute basisches essigsaures Blei setzt, um den Eiweißstoff zu fällen, aus der filtrirten Flüssigkeit durch schwefelsaures Natrum schwefelsaures Blei niederschlägt, die Salzsäure durch Weingeist und Ammonium abscheidet und den Rückstand mit kochendem Wasser auswäscht. Es ist braunroth, eisenhaltig, in Wasser und Weingeist unauflöslich, giebt mit Salzsäure eine in Weingeist auflösliche Mischung, mit Laugensalzen eine rothe Auflösung, welche durch Chlor, Salzsäure, Essigsäure und Galläpfelabguß präcipitirt wird (Nr. 199. XXII. p. 242 sq.) f) Nach Treviranus gehört zu den Bestandtheilen des Blutes die Blutsäure, die man erhält, wenn man Blutkohle mit Natrum glüht und dann mit Weingeist auszieht; abgedampft giebt sie gelbliche Krystalle und eine rothbraune Flüssigkeit, und beide werden durch Zusatz von salpetersaurem Eisen geröthet. Indeß ist es, namentlich von Engelhart (Nr. 586. p. 28) anerkannt, daß diese Säure eine Verbindung von Blausäure mit Schwefel oder die sogenannte Anthrakazothionsäure und nur durch Zersetzung des Blutes in der Hitze gebildet ist. g) Gmelin stellt als Färbestoff des Blutes das Gliadin auf, welches sich nach dem Kochen des Blutkuchens mit Weingeist aus der filtrirten Flüssigkeit in hellrothen, gallertartigen Flocken absetzt und viel Eisen enthält. Nach Berzelius aber ist das Gliadin Pflanzeneiweißstoff. h) Das Erythrogen ist ein grüner, in Weingeist auflöslicher, krystallisirbarer Stoff, welchen Bizzio in einer krankhaft ausgearteten und fauligen Galle fand, und der seiner Annahme nach in Verbindung mit Stickstoff das Blutroth abgeben soll (Nr. 196. VI. S. 161). i) Sigwart nimmt ein braunes, grün abfärbendes, eigenthümlich, hinterdrein bitter schmeckendes, zu einer harzähnlichen Masse eintrocknendes, an der Luft feucht werdendes und in Wasser vollkommen auflösliches Pigment im Cruor an, sowie ein gelbes in der Serosität. Beide werden durch Digestion mit Weingeist erhalten und sind wohl nichts Anderes als Osmazom. k) Das Cruorin, welches Denis (Nr. 532. p. 108) zu den nächsten Bestandtheilen des Blutes zählt, erhält man, wenn man Cruor

oder Eiweißstoff, vorzüglich aber Faserstoff, mit Wasser kocht, die filtrirte Flüssigkeit abdampft und den Rückstand mit heißem Weingeiste abwäscht, wo es als eine farblose, angenehm, doch etwas zusammenziehend schmeckende Substanz zurückbleibt, die im Weingeist unauflöslich, im Wasser auflöslich ist und durch Gerbestoff präcipitirt wird. Daß es in kaltem Wasser sich auflöst und gleichwohl aus dem Blute durch Wasser sich nicht ausziehen läßt, spricht wohl deutlich dafür, daß es im Blute nicht schon vorhanden ist. l) Man hat ferner noch verschiedene, nicht näher bestimmte Substanzen im Blute angenommen. Berzelius findet außer dem Osmazom eine nur im Wasser, nicht im Weingeiste auflösliche thierische Materie; Lecanu erklärt sie für gallertartigen Eiweißstoff, d. h. für ein eigenes Gemisch von Eiweißstoff und Natrum (oben B, II. 2, α). Home (Nr. 165. III. p. 27. V. p. 100 sq.) nimmt im Blute einen durchsichtigen, elastischen, im Wasser auflöslichen Mucus und außerdem noch eine im Wasser auflösliche durchsichtige Sulze, in welcher die aus Faserstoff gebildeten Blutkörner schweben sollen, an. Sigwart (a. a. O. S. 204) will nach Absonderung der oben erwähnten zwei Pigmente im Rückstande nicht nur eine in Wasser und Weingeist auflösliche, durch Gerbestoff fällbare, sondern auch eine andere thierische Substanz gefunden haben, welche beim Erhitzen nicht gerinnt, aber beim Abdampfen Häute bildet, die in Wasser und Weingeist unauflöslich sind. — Es ist nicht zu zweifeln, daß bei verschiedener Anwendungsweise von Hitze, Weingeist, Laugensalzen u. s. w. noch gar mancherlei Substanzen, als Variationen der bisher (a—h) aufgezählten, hervortreten werden, deren Kenntniß die Zoochemie bereichern kann, wenn dabei die Aufgabe gestellt wird, die Reihe der Umwandelungen, welche eine Materie unter verschiedenen Einwirkungen erfährt, vergleichend und im Ganzen aufzufassen, und man nicht darauf ausgeht, neue Stoffe zu erfinden, die isolirt hingestellt und für wirkliche Bestandtheile des organischen Körpers ausgegeben werden. m) Tiedemann (Nr. 567. I. S. 314) rechnet den Speichelstoff zu den nächsten Bestandtheilen des Blutes; auch hat man bereits den Harnstoff dahin gezählt, weil man ihn nach Ausrottung der Nieren im Blute gefunden hat. Unstreitig

wird man in einzelnen Fällen gestörter Secretion oder vermehrter Resorption auch Gallenstoff, Samenstoff u. s. w. darin entdecken; allein irgend ein besonderes Secretionsproduct als normalen Bestandtheil des Blutes mit hinreichenden Gründen nachzuweisen, ist noch nicht gelungen, und nach dem, was wir vom Blute wissen, ist ein solches Gelingen auch nicht von der Zukunft zu erwarten.

§. 683. Unter den unorganischen Stoffen steht a) das Wasser als Bestandtheil des Blutes oben an. Man scheidet es durch Verdunsten in gelinder Wärme aus und berechnet den Wassergehalt nach der Gewichtsabnahme, welche das Blut dabei erleidet; dies mag zwar nicht streng richtig seyn, da auch einige andere Theile des Blutes mit dem Wasserdunste fortgerissen werden (§. 667, b), indeß dürfte die Unrichtigkeit nur unbedeutend seyn. Im Durchschnitte beträgt das Wasser etwa $\frac{75}{100}$ des menschlichen Blutes, oder verhält sich zu den festen Theilen desselben wie 0,75 : 0,25; Denis (Nr. 532. p. 265) fand das Minimum des Wassers 0,70, und das Maximum 0,86, und setzt das Mittel auf 0,73; Thackrah fand 0,75, Whiting und Lecanu 0,78, Bostock 0,88, Berzelius 0,90, und die frühern Angaben, welche Haller (Nr. 95. II. p. 98) zusammenstellt, variiren von 0,63 bis 0,93. Nach Bertholds Untersuchungen enthielt das Blut des Frosches 0,90, des Karpfens 0,85, der Ziege 0,83, der Taube und des Hammels 0,82, des Kalbes und der Henne 0,80, des Ochsen 0,79, des Hundes, der Katze und des Schweines 0,75, des Menschen 0,73 bis 0,76. Das Serum enthält ungefähr $\frac{9}{10}$ Wasser, so daß dieses zu dem Eiweißstoffe und den Salzen desselben sich wie 0,9 : 0,1 verhält; nach Read Clanny beträgt das Wasser 0,678, nach Bostock 0,888, nach Berzelius 0,875 bis 0,905, nach Marcet 0,900, nach Davy 0,907. Prevost und Dumas haben das Serum von verschiedenen Thieren in dieser Hinsicht untersucht, aber ohne specielle Resultate zu gewinnen: das Serum des Hasen enthielt das wenigste Wasser (0,890), dann folgten Mensch, Meerschweinchen und Aal, hierauf Kalb, Pferd und Ente, sodann Schildkröte u. s. w., bis endlich bei der Taube die größte Wassermenge (0,944) sich fand; indeß geht hieraus so viel hervor, daß die Proportion des Wassers zu den festen Theilen des Se-

rums bei den verschiedenen Wirbelthieren ziemlich dieselbe ist. Im Blutkuchen findet man im Durchschnitte 0,730 Wasser und 0,270 feste Theile. Die geronnenen Blutstoffe enthalten noch Wasser: der Cruor am wenigsten (0,54), der Faserstoff mehr (0,80), der Eiweißstoff am meisten (0,85 bis 0,90). b) Frisches, noch warmes Blut, unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht, entwickelt Luft unter Dampf und Schaum. Diese Luft muß in ihm enthalten gewesen seyn; denn, wiewohl es nach seinem Austritte aus der Ader atmosphärische Luft begierig einsaugt, so schäumt es doch auch, wenn man es aus der Ader unmittelbar unter die Luftpumpe bringt; auch wallt es über dem Feuer mit großem Gepolter und starken Stößen auf. Rosa glaubte, diese Luft sey als Gas dem Blute beigemengt; nach Ackermann sollte sie in Form eines Halbgases zugegen seyn: Beides ist nicht bewiesen, und wir haben keinen Grund, sie uns anders als an das Blut gebunden und somit selbst in flüssige Form gebracht zu denken. Es ist aber sehr natürlich, daß diese Luft leicht durch mechanische oder chemische Umstände bestimmt werden kann, in Gasgestalt hervorzutreten. Fast jedes Blut zeigt unter dem Mikroskope Luftbläschen (§. 665), und beim Gerinnen ist eine solche Luftentwickelung (§. 669, a) zwar weder bedingend, noch auch sehr bedeutend, aber darum nicht zu leugnen. Die Menge, in der sich die Luft entwickelt, scheint sehr verschieden und zum Theil von zufälligen Umständen abhängig zu seyn; Hales schätzte sie auf $\frac{1}{33}$ des Blutes (Nr. 95. II. p. 121). Was ihre Natur anlangt, so erklärten sie Parmentier und Deyeux für atmosphärische Luft, gestanden jedoch, bei ihren vielen Versuchen darüber nicht immer gleiche Resultate erhalten zu haben (Nr. 184. I. 2tes Stück. S. 99 fgg.); Krimer (Nr. 511. S. 181. 184) will in vier Versuchen 0,18 bis 0,26 kohlensaures Gas, 0,17 bis 0,52 Sauerstoffgas, und 0,56 bis 0,62 Stickgas darin gefunden haben. Ackermann (Nr. 543. p. 7 sq.) hielt sie für Sauerstoffgas. Die meisten Beobachter fanden, daß frisches Blut unter der Luftpumpe kohlensaures Gas giebt: Brande will davon 2 Cubiczoll aus einer Unze Blut erhalten haben (Nr. 165. III. p. 8 sq.), was aber wohl eine zu hohe Angabe ist; nach Scudamore (Nr. 521. S. 89) ist die größte Menge ein hal-

der Cubiczoll auf sechs Unzen Blut; doch nach Read Clanny soll die Quantität 0,06 des gesunden Blutes betragen (Nr. 423. XVIII. p. 290). Humphry Davy erhielt aus zwölf Unzen Blut 1,8 Cubiczoll Gas, aus 1,1 Cubiczoll Kohlensäure und 0,7 Cubiczoll Sauerstoff bestehend. John Davy leugnet dagegen die Entwickelung von kohlensaurem Gas ohne Fäulniß; indem er dem frischen Blute die Kohlensäure abspricht und behauptet, es absorbire dieselbe vielmehr und lasse sie selbst bei 75° Réaum. nicht fahren (Nr. 361. II. S. 394). Indeß entwickelt sich doch Kohlensäure beim Zusatze verdünnter Phosphorsäure oder Essigsäure aus dem Blute (Nr. 450. I. S. 242). — c) Außer ihr und der oben (§.682, b) erwähnten Milchsäure findet man noch Salzsäure und Phosphorsäure bei Zerlegung des Blutes: diese vorzüglich mit Eisen und Kalk verbunden in der Asche des Cruors und Faserstoffs, jene besonders mit Natrum in dem geistigen Auszuge des Eiweißstoffes. Wenn man Schwefelsäure findet, so scheint sie erst bei der Zerlegung durch Säurung des Schwefels entstanden zu seyn. d) Das Blut enthält reines Natrum, so daß es den Veilchensaft grün färbt; noch deutlicher zeigt sich die Wirkung auf Pflanzenpigmente im Serum. Das Natrum ist mit dem Eiweißstoffe verbunden, und zwar so innig, daß es sich schwer und nur durch öfteres Auskochen und Abrauchen davon scheiden läßt; wenn der geronnene Eiweißstoff allmählig sich zu zersetzen beginnt, so wittert Natrum aus. Übrigens beträgt es nach Denis (Nr. 532. p. 271) 0,001 bis 0,002 des Blutes. e) Kohlensauren Kalk findet man in der Asche des Blutes und seiner einzelnen wesentlichen Bestandtheile, aus welcher er sich durch Säuren ausziehen und durch Laugensalze fällen läßt; auch entdeckt man ihn durch Reagentien in einer wässerigen Auflösung, aus welcher man durch Chlorgas die animalischen Stoffe niedergeschlagen hat. Nach Denis ist seine Menge der des Natrums ziemlich gleich. f) Die Salze machen nach ihm 0,0086, nach Steevens 0,013 des Blutes aus. Es gehört dahin das salzsaure Natrum (nach Denis 0,0042 des Blutes), das salzsaure Kali (0,0036) und der phosphorsaure Kalk (0,0008) mit Spuren von phosphorsaurem Talke; nach Andern, namentlich Berzelius, findet man auch

phosphorsaures Natrum. Man gewinnt diese Salze aus der Asche, theils mittels des Auslaugens und Anschießens, theils mittels geeigneter Säuren und Fällung durch Ammonium. g) Von Inflammabilien verräth sich der Schwefel in seiner Verbindung mit Wasserstoff theils beim Kochen des Serums, wo Silber in den Dämpfen schwarz anläuft, theils bei der Fäulniß oder der Destillation von Eiweißstoff oder Cruor, indem Schwefelwasserstoffgas sich entwickelt. Der Phosphor, mit Wasserstoffgas verbunden, tritt ebenfalls bei der Destillation des Blutes hervor. h) Das Daseyn des Eisens giebt sich in verbranntem Cruor zu erkennen: die Kohle desselben wird vom Magnete angezogen, und die Asche giebt mit Salzsäure eine rothe Auflösung, aus welcher durch Ammonium, Schwefelwasserstoffammonium, blausaures Kali und, wenn die Auflösung durch Ammonium neutralisirt ist, auch durch Galläpfelaufguß Eisen niedergeschlagen wird; nur dann findet man kein Eisen in der Asche, wenn man dem Blute Salzsäure zugesetzt hat, weil das dann entstehende salzsaure Eisen sich verflüchtigt, wie dies Rhades (Nr. 485. p. 11) erfuhr, indem er nach Destillation des verbrannten Blutkuchens mit salzsaurem Ammonium ein Sublimat von salzsaurem Eisenammonium erhielt. Imhof wollte auch aus getrocknetem und gepulvertem unverbrantem Blutkuchen Eisen mit dem Magnete ausgezogen haben: allein wahrscheinlich hatte hier eine partielle Verkohlung Statt gefunden, denn die allgemeine Erfahrung hat gelehrt, daß vorsichtig getrocknetes Blut vom Magnete nicht afficirt wird (Nr. 450. I. S. 49). Da sich nun auch im flüssigen Cruor durch kein Reagens Eisen entdecken läßt, so ist dieses von Wells gänzlich geleugnet worden. Allein Engelhart (Nr. 586. p. 50) hat entdeckt, daß, wenn man eine wässerige Auflösung des Cruors von Chlorgas hat durchströmen lassen, so daß dadurch die animalische Materie niedergeschlagen worden ist, das Eisen (im salzsauren Zustande) in der Flüssigkeit durch alle Reagentien erkannt und in derselben Menge wie aus der Asche erhalten wird. Auch wird es niedergeschlagen, wenn man zu einer Auflösung des Cruors in blausaurem Kali oder Schwefelwasserstoffammonium Salpetersäure zusetzt (ebd. p. 25), oder nach Prevost und Dumas auch wenn man umgekehrt den animalischen Stoff

des Cruors erst durch Kochen mit Salpetersäure zerlegt und dann zur filtrirten Flüssigkeit blausaures Kali oder Ammonium setzt (Nr. 450. II. S. 60). — Was die quantitativen Verhältnisse betrifft, so fand Rhades in der Asche des Cruors 0,517 im Wasser auflösliche Salze und 0,483 Eisen; Berzelius erhielt aus derselben Asche 0,500 Eisenoxyd und 0,075 basisches phosphorsaures Eisenoxyd = 0,046 Eisenoxyd, zusammen also 0,546 Eisenoxyd = 0,379 metallischem Eisen. Den Gehalt des getrockneten Cruors an Eisen fand Engelhart (Nr. 586. p. 51) 0,05. Im ganzen Blute ist das Eisen im Durchschnitte $\frac{1}{1000}$; Rhades fand es in einem Falle 0,0019, in einem andern 0,0023, und in den zahlreichen Untersuchungen, welche Denis (a. a. O. p. 272) anstellte, ergab sich ein Minimum von 0,0003 und ein Maximum von 0,0020. — Wurzer will in der Kohle des menschlichen Blutes außer 0,054 Eisenoxyd auch 0,017 Manganoxyd gefunden haben (Nr. 208. LVIII. S. 481).

§. 684. Eine Übersicht der Bestandtheile des gesammten Blutes nach ihren quantitativen Verhältnissen hat Denis geliefert, und obschon sie wohl noch mannichfaltiger Berichtigung bedarf, so darf sie doch gegenwärtig nicht von der Hand gewiesen werden. Denis (a. a. O. p. 117. 297) nimmt 15 nähere Bestandtheile in folgenden Proportionen zu 10,000 Theilen Blut an:

Wasser	7320
Cruor	1814
Eißweißstoff	600
phosphorhaltiges Fett	76
salzsaures Natrum	42
salzsaures Kali	36
Faserstoff	25
Osmazom	13
Cruorin	10
Natrum	20
kohlensauren Kalk	26
phosphorsauren Kalk	8
Eisenoxyd	10

Classificirt, würde dies folgende Verhältnisse geben:

A. organische Stoffe			2538
a. selbstgeschiedene		2439	
α. Cruor	1814		
β. Eiweißstoff	600		
γ. Faserstoff	25		
b. künstlich geschiedene		99	
α. Fett	76		
β. Osmazom	13		
γ. Cruorin	10		
B. unorganische Stoffe			7462
a. feste Stoffe		142	
α. Neutralsalze	78		
β. erdige Salze	8		
γ. Kalk	26		
δ. Natrum	20		
ε. Eisen	10		
b. Wasser		7320	

Nach Lecanu stellte sich das Verhältniß in zwei Fällen auf folgende Weise dar:

	a.	b.	a.	b.	a.	b.
A. organische Stoffe					2068	2029
a. selbstgeschiedene			2001	1925		
α. Cruor	1330	1196				
β. Eiweißstoff	650	694				
γ. Faserstoff	21	35				
b. künstlich geschiedene			67	104		
α. fette Materie	24	43				
β. ölige Materie	13	22				
γ. Extractivmaterie	18	19				
δ. Eiweißstoff mit Natrum	12	20				
B. unorganische Stoffe					7906	7943
a. feste Stoffe			105	87		

	a.	b.	a.	b.	a.	b.
α. Neutralsalze .	84	73				
β. Erdige Salze und Eisen . . .	21	14				
b. Wasser			7801	7856		

§. 685. Fassen wir nun den chemischen Charakter des Blutes auf, so erkennen wir in ihm eine Verbindung eigenthümlichen, organischen Stoffes mit allgemein verbreiteten unorganischen Stoffen. A) Der reine organische Stoff läßt sich in Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff zerlegen. a) Diese Elementarstoffe kommen in der Außenwelt nur je zwei und zwei oder in binären Verbindungen vor, während sie im Blute und seinen nächsten Bestandtheilen eine einige, quaternäre Verbindung darstellen. Der Stickstoff kommt in keiner festen Substanz des Erdkörpers vor, wenigstens nicht entwickelt, sondern nur in der Atmosphäre; er findet sich in einigen Pflanzenstoffen, und fast in allen thierischen Stoffen. b) Der Sauerstoff bildet einen Gegensatz zu den übrigen Elementarstoffen, verhält sich zu ihnen negativ elektrisch und entwickelt sich daher in der Voltaschen Säule am positiven Pole. Vermöge seines Gehaltes an Sauerstoff ist der Blutstoff ein Oxyd; allein die übrigen Elementarstoffe sind ihm überwiegend. Nach der von Michaelis (Nr. 208. 1828. III. S. 94) gegebenen Analyse würde im Durchschnitte von arteriösem und venösem Theile die Proportion ungefähr folgende seyn: 52,015 Kohlenstoff, 16,760 Stickstoff, 7,650 Wasserstoff, 23,575 Sauerstoff. Der Wasserstoff, der sich im Wasser zum Sauerstoffe wie 1 : 8 (11,09 : 88,91) verhält, verhält sich zu demselben im Blute wie 1 : 3, und dazu kommt noch der Stickstoff und die vorzüglich große Menge Kohlenstoff, um dem Blutstoffe eine überwiegend positive Qualität zu geben, vermöge deren er eine größere Menge Sauerstoff lebhaft anzieht und auch mit heller Flamme brennt. Dabei kann aber das Blut bei der Wechselwirkung mit Stoffen von entschieden positiver Polarität auch negativ sich verhalten, wie dies gegen Laugensalz der Fall ist, während es sich gegen Säuren positiv verhält. c) Die Elementarstoffe sind im Blute in keinem bestimmten stöchiometrischen

Verhältnisse verbunden, vermöge dessen einer von ihnen die Einheit, und die übrigen ein gewisses Multiplum darstellten. Die arithmetischen Gesetze, welche die Combination der Stoffe in unorganischen Körpern hinsichtlich der gegenseitigen Quantität bestimmen, finden also hier keine Anwendung. B) In Hinsicht auf seine unorganischen Bestandtheile faßt das Blut den ganzen Kreis der irdischen Substanzen in sich, indem es von jeder Classe der Körper einen als Repräsentanten der übrigen enthält. Dies Verhältniß scheint wesentlich und dem Blute aller Thiere eigen zu seyn, wie denn z. B. Erman im Blute der Weinbergschnecke kohlensaures und salzsaures Natrum, kohlensauren und phosphorsauren Kalk und Eisen fand (Nr. 578. $18\frac{16}{17}$ S. 210 fgg.). d) Den größten Antheil hat das Wasser, welches, als eine Verbindung absolut negativen Sauerstoffs mit dem positiven Wasserstoffe, die Urstoffe im Gleichgewichte enthält und die allgemeine Indifferenz der Materie darstellt, indem es weder brennbar ist, noch auch direct als Säure sich verhält, vielmehr fremde Stoffe in sich aufnimmt, ohne ihre Qualität zu ändern; weder Farbe, noch auch Geruch oder Geschmack hat; seine Cohäsion leicht ändert und durch den gleich leichten Übergang in den festen, als in den dampfförmigen Zustand sich auszeichnet; vielen festen Körpern und Gasen adhäsiv verwandt ist und sie bald in sich aufnimmt und verflüssigt, bald von ihnen aufgenommen, fest oder dunstig wird; sich leicht zersetzt und eben so leicht wieder sich bildet; am weitesten über den Erdboden verbreitet ist und ein Mittelglied zwischen den verschiedenen besondern Körpern abgiebt. Es giebt dem Blute seine Flüssigkeit, Beweglichkeit und Zersetzbarkeit. e) Von negativ elektrischen Stoffen enthält das Blut vornehmlich die Salzsäure: eine Säure, welche durch ihre weite Verbreitung über den Erdboden, durch ihre Flüchtigkeit und Zersetzbarkeit, so wie durch ihren Mangel an Sauerstoff (wenn nicht das Chlor eine Modification desselben ist) vor andern Säuren sich auszeichnet. f) Zu den entgegengesetzten, positiv elektrischen Körpern gehören zuvörderst die Laugensalze, von welchen das Natrum, als das am weitesten in der Natur verbreitete, überall im Blute sich findet, während nur hin und wieder undeutliche Spuren von Kali vorkommen. Von Erden enthält das Blut den Kalk, als

diejenige Erdart, welche durch weitere Verbreitung bei hoher chemischer Erregbarkeit, durch leichte Verbindung mit Wasser, Säuren und Inflammabilien, und durch größere Annäherung an die Laugensalze als an die Metalle sich auszeichnet; von Talk sind nur schwache Spuren bemerklich. Das Metall des Blutes, das Eisen, erscheint als das indifferente in der Metallreihe, indem es die Eigenschaften der verschiedenen Metalle auf eigenthümliche Weise in sich vereint, den edlen Metallen durch höchste Härte, Cohäsion, Contractilität, Feuerbeständigkeit, ziemliche Strengflüssigkeit und Schwere, und Vorkommen im gediegenen Zustande, den unedlen aber durch hohe chemische Erregbarkeit und Neigung zur Oxydation ähnelt; in Hinsicht auf negative und positive Elektricität gegen andere Metalle die Mitte derselben einnimmt; die Entfaltung des Gegensatzes im Magnetismus am stärksten offenbart; am häufigsten mit andern Metallen verbunden vorkommt und am weitesten verbreitet ist, in den ältesten Gebirgsarten, namentlich im Granit, so wie in den jüngsten Producten der Erde, im Sumpferze, und in den Meteorsteinen sich findet. Von Mangan sind nur zweideutige Spuren gefunden worden. — Endlich rechnen wir hierher die Inflammabilien, die zwar gegen Laugensalze, Metalle und Wasserstoff sich elektronegativ verhalten, aber als Radicale eigener Säuren und als in hohem Grade entzündlich den positiv elektrischen Körpern angehören. Der Phosphor, der ein Product des organischen Lebens zu seyn scheint, steht hier oben an; von Schwefel findet man nur schwache Spuren. g) Der Rückblick auf diese Stoffe führt uns zu einigen allgemeinen Bemerkungen. Die unorganischen Stoffe scheinen auf zwiefache Weise dazu geeignet zu seyn, die Classe von Körpern, zu welchen sie gehören, im Blute zu repräsentiren: einmahl durch ihre weitere Verbreitung in der Natur, wodurch sie gewissermaaßen den Charakter der Universalität erhalten; ein anderes Mal durch höhere Wandelbarkeit und Zersetzbarkeit, wodurch sie der Natur des Blutes mehr entsprechen. Meist sind beide Eigenschaften vereint: nur der Phosphor ist weniger verbreitet als andere Inflammabilien, aber um so mehr übertrifft er sie an Brennbarkeit; umgekehrt ist das Natrum nicht zersetzbarer als andere Laugensalze, aber um so weiter verbreitet. Die Annäherung dieser Stoffe an

die animalische Substanz spricht sich noch in ihren Verbindungen aus: so verbindet sich nach Berzelius die Phosphorsäure mit dem Kalke in ganz verschiedenen Proportionen, und der phosphorsaure Kalk erscheint den stöchiometrischen Gesetzen weniger streng unterworfen als andere erdige Salze. Bei niedern Thieren scheint das Blut mehr kohlensauren Kalk zu enthalten als phosphorsauren und hierdurch eine geringere Entwickelung des animalischen Charakters anzudeuten. — Bemerkenswerth scheint es auch zu seyn, daß jedem dieser unorganischen Stoffe ein Körper seiner Classe, aber nur in schwacher Spur, gleichsam als Schatten beigegeben ist: dem Natrum das Kali, dem Kalke der Talk, dem Eisen das Mangan, dem Phosphor der Schwefel.

§. 686. Ob die unorganischen Stoffe in demselben Zustande, in welchem sie sich aus dem Blute ausscheiden, auch schon in demselben vorhanden sind, darüber können wir nur Vermuthungen aufstellen. A) Daß das Wasser als solches im Blute existirt, leidet keinen Zweifel, da namentlich die Verhältnisse beim Trocknen (§. 673, e) es beweisen. Freies Natrum giebt sich im unzersetzten Blute und Serum durch Färbung von Pflanzenpigmenten zu erkennen, und überdies ist es nicht denkbar, daß es sich in metallischem Zustande (als Natrium) im Wasser des Blutes erhalten sollte. Eben so wenig läßt sich denken, daß der Phosphor unverbrannt im Blut seyn sollte; ist er aber als Säure zugegen, so wird diese auch nicht frei bleiben, sondern sich mit einem Theile des Natrums verbinden. Für das Daseyn des reinen Chlors im Blute haben wir aber durchaus keinen Beweis, vielmehr wissen wir, daß viele Stoffe, welche schon gebildete Salzsäure enthalten, in den thierischen Körper aufgenommen werden. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß eine wässerige Auflösung von freiem, phosphorsaurem und salzsaurem Natrum präexistirt und namentlich, mit Eiweißstoff verbunden, das Serum darstellt, da diese Salze ohne stark eingreifende chemische Processe sich daraus gewinnen lassen. B) Größere Schwierigkeiten bietet das Eisen und der Kalk, als die charakteristischen Begleiter des Cruors und des Faserstoffes (§. 677, d), dar. Wir wären geneigt, einen Blutstoff als die allgemeine thierische Materie anzunehmen, welche mit einem Übergewichte an Natrum und Neutralsalzen als

Eiweißstoff, mit Eisen als Cruor, und mit einem Übergewichte an Kalk als Faserstoff erschiene: allein wir vermögen durch einen Zusatz von Eisen oder Kalk den Eiweißstoff weder in Cruor, noch in Faserstoff umzuwandeln, und so können wir jene Ansicht nur durch die Voraussetzung retten, daß eine durch lebendige Thätigkeit bewirkte, eigenthümlich organische Verbindung von Eisen und Kalk diese Formen des Blutstoffes hervorbringe. Ein solches eigenthümliches Verhältniß offenbart sich auch darin, daß diese unorganischen Körper nur dann ihr sonst gewöhnliches Verhältniß zu Reagentien zeigen und sich dadurch entdecken lassen, wenn sie von der organischen Substanz getrennt sind, sey es nun, daß diese zerstört ist (durch Feuer), oder ausgeschieden (durch Chlor §. 674, d): blausaure Salze, Galläpfeltinctur, Schwefelkali, Baryt, Kleesäure u. s. w. zeigen weder in frischem Blute, noch in einer sauren Auflösung des Cruors oder des Faserstoffes eine Spur von Eisen oder Kalk, und die Salpetersäure, welche aus der Asche des Blutes Eisen und Kalk vollständig in sich aufnimmt, greift die Kohle desselben selbst beim Sieden nicht an, so daß diese hierauf beim Einäschern noch eben so viel Metall und Erde giebt, als wenn sie nicht mit Salpetersäure behandelt worden wäre; von Pflanzentheilen gilt dasselbe wie vom Blute. Abernethy (Nr. 556. S. 96) glaubt daher, die unorganischen Bestandtheile würden erst bei der Zersetzung gebildet, und führt dafür einen Versuch an, nach welchem 5 Unzen frisches Blut 102 Gran Asche mit 6 Gran Salzen, 20 Gran kohlensaurem Kalke und wenigem Eisen gab, während eine gleiche Menge desselben Blutes, nachdem es vier Monate lang aufbewahrt worden war, 78 Gran Asche mit 15 Gran Salzen, 40 Gran phosphorsaurem Kalke und vielem Eisen lieferte, und so will auch Krimer (Nr. 511. S. 281) aus gefaultem Blute mehr Eisen erhalten haben als aus frischem: indeß müßten diese Versuche mit größerer Genauigkeit wiederholt und bestätigt werden, wenn sie etwas beweisen sollten, und übrigens wäre die Entstehung von Kalk und Eisen durch einen Zusatz von Chlor unbegreiflich. Allein Rose (Nr. 584. LXXXIII. S. 82 fgg.) hat erwiesen, daß der organische Blutstoff die Fällbarkeit seiner unorganischen Beimischungen aufhebt, indem aus der

Auflösung des Cruors nach dem Zusatze von Chlor, wenn sie nicht durch Filtriren vom organischen Stoffe gesondert worden ist, kein Eisen durch Ammonium niedergeschlagen wird, vielmehr der organische Stoff dann durch das Ammonium aufgelöst wird und das Eisen gebunden hält, indem ferner zum Cruor hinzugesetztes Eisenoxyd weder durch Ammonium, noch durch Schwefelammonium oder Gerbestoff entdeckt werden kann; er fand zugleich, daß alle in Wasser lösliche und in der Hitze sich nicht verflüchtigende organische Substanzen (als Gallerte, Milchzucker, Zucker, Stärkemehl, Gummi) die vollständige Fällung des Eisenoxyds, sowie der Thonerde durch kaustische Laugensalze hindern. — Der Kalk dürfte im metallischen Zustande (als Calcium) bei seiner hohen Oxydabilität schwerlich im Blute bestehen, und eben so wenig in seinem reinen Zustande bei seiner Verwandtschaft zu Säuren sich behaupten, vielmehr ist es wahrscheinlich, daß er als phosphorsaures, basisches Salz vorhanden ist. — Was endlich das Eisen betrifft, so nahmen Fourcroy und Vauquelin an, es sey als phosphorsaures Oxyd mit überwiegender Basis vorhanden und vermöge des Natrums im Serum aufgelöst, das Natrum nämlich mache das phosphorsaure Eisenoxyd durch Entziehung eines Theiles seiner Säure basisch: allein bei der Feuerbeständigkeit der Phosphorsäure müßte alles Eisenoxyd in der Asche des Cruors phosphorsauer seyn, was nicht der Fall ist. Andere behaupteten daher, es sey mit einer im Feuer zersetzbaren Säure verbunden, welche Denis (Nr. 532. p. 99) für eine noch unbekannte erklärte; Treviranus (Nr. 100. IV. S. 565 fg.) nahm die Blutsäure dafür an und glaubte, daß sie das Eisen, welches sie im Serum auflöslich mache, der Wirkung der Reagentien entziehe: allein die Blutsäure ist unstreitig gar nicht im Blute vorhanden (§. 682, f), und das in ihr aufgelöste Eisen wird nach Engelhart (Nr. 586. p. 28) durch Reagentien leicht entdeckt. Nach Berzelius ist das Eisen im metallischen Zustande vorhanden, denn das Chlor, welches dasselbe aus dem Cruor zieht, ist nicht den Oxyden, wohl aber den regulinischen Metallen stark verwandt; allein es ist ohne Beispiel, daß ein organischer Stoff mit regulinischem Metalle sich verbinde, während die Verbindung mit Oxyden so häufig sich findet. Der Analogie nach dürfen wir also

mit Engelhart, Prevost und Dumas vermuthen, daß das Eisen als Oxyd oder Peroxyd mit dem Blutstoffe verbunden sey; Berzelius (Nr. 585. VII. S. 292) wendet dagegen ein, daß in diesem Falle die dem Oxyde näher verwandte Salzsäure dasselbe ausziehen müßte; daß sie aber im Gegentheile das Eisen sammt dem Cruor niederschlägt: indeß dürfte dies kein Einwurf seyn, wenn das Chlor vermöge der ihm eigenen nähern Verwandtschaft zum reinen organischen Blutstoffe diesen zum Gerinnen bringt, während Eisen und Kalk in der Flüssigkeit bleiben.

§. 687. Die chemische Erklärung der sinnlichen Eigenschaften des Blutes besteht nur in Vermuthungen. A) Was die Flüssigkeit anlangt, so kann nur die des Eiweißstoffes im Serum hier in Betracht kommen, da der Cruor nur suspendirt, der Faserstoff aber als Gegenstand der Chemie immer fest ist. Die Schwierigkeit der Bestimmung des Stoffverhältnisses, durch welchen der Eiweißstoff in Wasser löslich wird, beruht darauf, daß ganz verschiedene Einwirkungen (Hitze, Säure, Weingeist) diese Löslichkeit aufheben oder Gerinnung bewirken, ohne daß man die Verschiedenheit dieser Gerinnsel unter einander bis jetzt hat nachweisen können. Zuerst wird unsere Aufmerksamkeit auf die mit dem Eiweißstoffe verbundenen Salze gerichtet: die Säuren coaguliren ihn, indem sie entweder das Natrum des Serums binden oder vielleicht auch ein Neutralsalz desselben (milchsaures Natrum nach Krimer Nr. 511. S. 259) zersetzen; aber die Wärme, so wie der wasserfreie Weingeist bewirkt keine Neutralisirung des Natrums, noch Zersetzung des Neutralsalzes, und doch Gerinnung. Brande behauptet, das Natrum gehe in der Wärme vom Eiweißstoffe an das Wasser über: aber dann müßte die Gerinnung um so schneller und reichlicher erfolgen, je mehr Wasser vorhanden ist, da doch im Gegentheile mit sehr vielem Wasser verdünntes Serum fast gar nicht gerinnt. Nach Prevost und Dumas beruht die Gerinnung darauf, daß das Natrum Kohlensäure anzieht: allein es ist nicht erwiesen, vielmehr unwahrscheinlich, daß es nicht schon im flüssigen Serum kohlensauer sey. Der Eiweißstoff gerinnt durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Atmosphäre (§. 678, c) nach Fourcroy: aber die Hitze coagulirt ihn auch in geschlossenen Gefäßen und in Wasser-

stoffgas. Der Weingeist entzieht ihm Wasser: aber er gerinnt auch in der Hitze, wenn man das verdunstende Wasser durch anderes ersetzt, und ist er einmahl geronnen, so löst ihn das Wasser nicht wieder auf. Wir müssen also dabei stehen bleiben, daß der Eiweißstoff an sich im Wasser löslich ist und diese Löslichkeit verliert, wenn er durch gewisse chemische Einwirkungen verändert wird, wie denn die Entwickelung von Schwefelwasserstoff bei seinem Gerinnen in der Hitze auf eine Zersetzung hindeutet. B) Der Geschmack des Blutes scheint von seinen Salzen abzuhängen. C) Sein Geruch soll nach Denis (Nr. 532. p. 281) auf dem phosphorhaltigen Fette beruhen: aber dieses existirt wahrscheinlich nicht im Blute, und das Chlor zerstört den Geruch. Andere nehmen einen eigenen Riechstoff an, welchen Couerbe (Nr. 583. II. p. 479) bloß als ein flüchtiges Princip, als eine flüchtige Säure bezeichnet: aber die Untersuchung des Blutdunstes (§. 667, b) hat keinen eigenthümlichen Riechstoff nachgewiesen; Weingeist nimmt bei der Destillation über Blut den Geruch davon an, wird aber durch Reagentien nicht verändert. Barruel entdeckte, daß der Geruch stärker wird, wenn man dem Blute oder einem einzelnen Blutstoffe Schwefelsäure zusetzt (Nr. 583. I. p. 274 sqq.); und man könnte vermuthen, daß sie dies bewirke, indem sie sich mit dem Natrum des Blutes verbindet, so daß eine Säure, wahrscheinlich in anderweitiger Verbindung, frei wird. D) Daß die gelbliche Farbe des Serums vom osmazom- und phosphorhaltigen Fette herrühre, behauptet Denis (a. a. O.), ohne es zu beweisen. Vielfältiger ist der Grund der Röthe des Cruors untersucht worden; er kann entweder in einem besondern Pigmente unorganischer (a) oder organischer (b) Natur liegen, oder in einer Combination von Stoffen (c) enthalten seyn. a) Da das Eisen unter gewissen Bedingungen roth erscheint, und dasselbe im Blute gefunden wird, so vermuthete man, daß es dessen Färbestoff ausmache. Dies angenommen, könnte es nicht in metallischer Form im Blute seyn (§. 686, B), da es so nur grau erscheint. Es müßte also als rothes Oxyd vorhanden seyn: aber solches läßt sich nach Berzelius im Serum auflösen, ohne ihm eine rothe Farbe mitzutheilen. Fourcroy und Vauquelin nahmen an, es sey als basi-

sches, phosphorsaures Oxyd zugegen, weil das Serum mit phosphorsaurem Eisen beim Zusatze von Kali roth wurde, und Berthollet sah Eiweiß sich röthen, wenn er es mit phosphorsaurem Eisen mischte und stark schüttelte: allein in beiden Fällen erhält man nur eine Rostfarbe, die vom Blutrothe ganz verschieden ist, und das Eisen läßt sich aus der Flüssigkeit fällen. Treviranus vermuthet, es sey in Blutsäure aufgelöst (§. 682, e), deren Existenz jedoch nicht erwiesen ist. Überhaupt aber läßt es sich kaum denken, daß das Eisen, welches nur $\frac{1}{1000}$ des Blutes oder $\frac{1}{20}$ des getrockneten Cruors (§. 683, h) ausmacht, demselben eine so intensive Röthe geben könnte. b) Andere nehmen ein rein organisches Pigment, welches sie Blutroth oder Färbestoff des Blutes nennen, an. Die Behauptung von Brande (Nr. 185. II. S. 297), daß der Cruor nicht mehr Eisen enthalte als irgend ein anderer thierischer Theil, namentlich als Serum und Faserstoff, ist durch Berzelius und Engelhart hinlänglich widerlegt. Wichtiger scheint der Einwurf von Wells (Nr. 172. 1797. p. 427) gegen das Eisen, daß keine metallische Farbe bei 60° Wärme zerstört wird, wie die des Blutes: indessen färbt sich der Cruor beim Gerinnen zwar braun, die rothe Farbe läßt sich aber nach Engelhart (Nr. 586. p. 13) wieder herstellen. Wenn Wells ferner sagt, daß die metallische Farbe, wenn sie durch Kali zerstört ist, durch Säuren sich wieder herstellen läßt, was beim Cruor nicht der Fall ist, und daß der färbende Stoff des Blutes im Wasser auflöslich ist, folglich das Eisen als Salz vorhanden seyn müßte, wie es sich doch nicht findet, so ist Letzteres nicht unbedingt erwiesen, und Ersteres beweist nur, daß das Eisen nicht als eigentliches Pigment angesehen werden kann. Nach Brande (a. a. O.) wird der Färbestoff des Blutes durch metallische Salze, z. B. salzsaures Zinn, präcipitirt und mit ihnen so innig verbunden, daß er gleich andern organischen Pigmenten zum Färben von Zeugen verwendet werden kann: indessen ist dadurch noch nicht völlig erwiesen, daß das Eisen gar keinen Antheil an der Farbe des Blutes habe. — Daß die oben (§. 682, d – i) angegebenen farbigen Substanzen nicht in derselben Form im lebendigen Blute enthalten sind, geht daraus hervor, daß sie nur durch ein gewaltsames Eingreifen in die Mischung

des Blutes, bei welchem die organische Substanz nothwendig zersetzt werden muß, gewonnen werden. Es fragt sich aber, ob nicht auch bei einer einfachern Behandlung ein Färbestoff sich abscheiden läßt, und ob nicht also der Cruor aus einem farbigen und einem farblosen Theile besteht? Diese Frage wird meist bejahend beantwortet, indem Schröder (Nr. 502. p. 49) und andere genaue Beobachter angeben, daß die Blutkörner farblos zurückbleiben, wenn man ihren Färbestoff durch Wasser ausgezogen hat. Ist dies wirklich der Fall, so sind diese beiden Theile im Blutkorne entweder ursprünglich im Raume von einander getrennt oder nicht. Ersteres nahmen Home und Andere an, indem sie den Sitz des Färbestoffes in der Hülse gefunden zu haben glaubten (§. 691, A), nach deren Entfernung ein kleineres farbloses Kügelchen zurückbleibe, wie Letzteres auch von Young angegeben wird (Nr. 585. I. S. 324). Allein es ist gewiß, wie auch Blainville (Nr. 566. I. p. 214) bemerkt, daß die Hülse, wenn sie sich in Stücken ablöst, nicht stärker gefärbt erscheint als der Kern, und nach Raspail haben die entfärbten Blutkörner noch dieselbe Größe wie zuvor (Nr. 199. XIII. p. 138). [Homes Beobachtungen über Kern und Hülse, namentlich über den Sitz des Färbestoffes in letzterer, finde ich nicht bestätigt. Wird das Blut vom Frosche mit sehr viel Wasser verdünnt, so löst sich in Zeit von 24 Stunden der Färbestoff darin auf und macht das Wasser röthlich, während die Blutkörner ihre vorige Größe und Form (elliptisch, sehr platt, mit einer elliptischen Erhöhung in der Mitte, so daß sie wie eine ovale Schüssel von der convexen Seite her aussehen) behalten. Der Färbestoff scheint also im frischen Zustande die ganze Substanz des Blutkornes aufgelöst zu durchdringen. J. Müller.] — Eben so wenig Grund hat Moscatis (Nr. 488. S. 43) Meinung, daß nur der Kern den Sitz des Färbestoffes abgebe; eine Meinung, die man auch Gruithuisen (Nr. 507. S. 35) und Raspail (Nr. 566. I. p. 208) zuschreibt. Allein, ohne darüber entscheiden zu wollen, muß ich doch bekennen, daß ich eben so wenig als Hodgkin und Lister (Nr. 196. XVIII. S. 241) jemahls eine deutliche Trennung des Färbestoffes von den Blutkörnern, die einzeln namentlich beim Frosche mehr grau als roth erscheinen, habe bemerken können.

Soviel ich gesehen habe, löst sich das ganze Blutkorn im Wasser auf, indem dieses sich davon färbt, und diejenigen Blutkörner, welche der Auflösung länger widerstehen, erschienen mir nicht anders gefärbt als ursprünglich, so daß ich sie selbst in ihrer ganzen Substanz für den allein darstellbaren farbigen Theil des Blutes halten mußte. c) Wie dem nun auch sey, so darf man wenigstens ohne weitere Gründe von der eigenthümlichen Farbe des Cruors nicht auf das Daseyn eines eigenen Färbestoffes schließen, denn jeder Eigenschaft einen besondern Stoff zu substituiren, ist eine ganz verfehlte Tendenz, analog dem verkehrten Streben der Physiologen, den Grund jeder Lebensäußerung in einem besondern Organe zu suchen. Die Farbe des Cruors kann vielmehr das Resultat seines ganzen Mischungsverhältnisses seyn: was die gegenseitigen Verhältnisse seiner Bestandtheile stört, ändert auch seine Farbe, und wie seine chemische Constitution überhaupt nur das Product des Lebens ist, so können wir auch seine Farbe mit den Hülfsmitteln der unorganischen Natur nicht herstellen. Wenn nun der ganze, ungetheilte Cruor den Grund seiner Farbe enthält, so hat jeder seiner Bestandtheile, namentlich auch das Eisen, einen Antheil daran. Der einfache Schluß: der Cruor ist unter den Blutstoffen allein roth, er enthält unter ihnen allein Eisen, also beruht seine Röthe auf dem Eisen, — dürfte, in obigem Sinne genommen, nicht irrig seyn. Das Eisen verhält sich nämlich, wie Berzelius treffend bemerkt, hier nicht wie eine Schminke, die den Cruor tüncht, sondern als Element, welches in Verbindung mit andern Elementen einen rothen Körper erzeugt, ungefähr wie Quecksilberoxyd roth ist, ungeachtet weder das Quecksilber, noch der Sauerstoff eine rothe Farbe hat. — Die kohlenstoffigen Substanzen zeigen sich vorzugsweise farbig, d. h. das Licht differenzirend, und die intensivste Differenz gegen das Licht zeigt im thierischen Körper das Augenpigment, welches mehr Kohlenstoff als irgend ein anderer Theil und Eisen enthält: sollte nicht der Cruor eine ähnliche Verbindung darstellen? Autenrieth behauptete, er gebe nächst dem Augenpigmente die größte Menge von kohligem Rückstande, und Nasse (Nr. 185. II. S. 448 fgg.) leitete seine Farbe davon her, sowie auch Hünefeld (Nr. 450. II. S. 79) es für wahrscheinlich er-

klärt, daß die Verbindung eines sehr wenig Sauerstoff enthaltenden Eisens mit kohlenstoffreicher animalischer Substanz die Blutfarbe gebe. Diese scheint demnach ursprünglich dunkel oder schwarzroth zu seyn, und ihr helleres Colorit vorzüglich den Neutralsalzen zu verdanken, denn alles Blut wird bei deren Zusatze hellroth: Steevens fand das Blut beim gelben Fieber ungewöhnlich arm an Salzen und schwarz wie Tinte: wenn er aber ein Neutralsalz beimischte, so wurde es hellroth (Nr. 581. XXV. p. 217 sqq.).

Das Blut innerhalb des Organismus.

§. 688. Wie die nähere Kenntniß der Bildungsverhältnisse des Organismus mit der Zergliederung von Leichen beginnt, so haben wir bisher den Leichnam des Blutes betrachtet, um eine Grundlage für die Erkenntniß seines Lebens zu gewinnen. Der nächste Schritt auf diesem Wege führt uns nun zur Untersuchung der Beschaffenheit des Blutes innerhalb des Organismus. — Es besteht in den Adern während des Lebens offenbar aus den uns schon bekannten Blutkörnern (§. 664) und einer wasserhellen Flüssigkeit, dem Blutwasser (lympha sanguinis). So sieht man es bei der mikroskopischen Untersuchung durchsichtiger Theile an lebenden Thieren, z. B. des Gekröses von Säugethieren, der Flughaut von Fledermäusen, der Schwimmhaut von Fröschen, des Schwanzes von Salamandern, der Kiemen des Proteus, der Flossen von Fischen; ferner des wenigstens zum Theil noch durchsichtigen Körpers von Embryonen, namentlich der Vögel und Fische, oder von Salamanderlarven. Bedient man sich aber nicht des durch das Object hindurchgehenden oder refrangirten Lichtes, sondern der auf die Oberfläche des Objectes fallenden Beleuchtung, so kann man überall, wo nur die Adern fein und von keiner undurchsichtigen Masse bedeckt sind, dergleichen Beobachtungen anstellen. Gruithuisen will selbst, wenn er gleich nach Sonnenuntergang mit bloßen Augen einen Stern suchte, die Bläschen im Blute seines eigenen Auges als helle Körperchen, die sich bei Beschleunigung seines Blutlaufes durch einen Nisus schneller bewegten, erkannt haben (Nr. 198. 1822. I. S. 311): allein dies waren vielleicht nur Phantasmen, da eine zum Sehen der Blutkörner erforderliche

Vergrößerung im Auge nicht denkbar ist, und überdies Gruithuisens Blutbläschen nichts Anderes als Luftblasen zu seyn scheinen (§. 665). A) Wenn nach einer Angabe von Grimaud (Nr. 98. II. p. 93) Capilupi glaubte, das Blut sey im lebenden Körper nicht flüssig, sondern ein faseriges Gewebe, welches einen Theil der Adern ausmache, so bedarf dies keiner Widerlegung. Rosa hielt das durchsichtige Blutwasser für Luft (Nr. 579. I. p. 268), und Döllinger (Nr. 539. S. 21 fg.) erklärt das Daseyn einer solchen tropfbaren Flüssigkeit nicht nur für ungewiß, sondern auch, da die dicht an einander gedrängten Blutkörner kaum noch Raum für etwas Anderes übrig lassen, für unwahrscheinlich, so daß denn das Blut eben so wenig als ein Haufen Erbsen für eine wirkliche Flüssigkeit gehalten werden könne, und nicht wie Wasser, sondern wie Sand in der Sanduhr fließe. Der geistreiche Forscher hat aber dies nicht als positive Behauptung hinstellen, sondern damit nur bezeichnen wollen, wie im Kreise sinnlicher Erkenntniß nichts anzunehmen ist, was sich nicht den Sinnen unmittelbar zu erkennen giebt. Das Blutwasser ist allerdings bei seiner Durchsichtigkeit unsichtbar, so wie das Wasser im Glase, aber wir schließen auf sein Daseyn aus den übrigen Erscheinungen. In den Haargefäßen sieht man, namentlich bei langsamerem Blutlaufe, die Blutkörner einzeln, durch mehr oder weniger große Zwischenräume von einander getrennt, und diese Räume müssen eine durchsichtige, entweder luftförmige oder tropfbare Flüssigkeit enthalten, da die Körner behend durch sie fortgehen. Nun bewegen sich diese weder fallend wie Sand in der Sanduhr, noch rollend wie Erbsen, sondern schwebend; also schweben sie entweder in Luft, oder in Tropfbarem, mit andern Worten, sie müssen entweder fliegen oder schwimmen. Wenn das Blut in einem Zweige stockt, so weichen die folgenden Blutkörner schon im Aste, und noch ehe sie die Stelle der Stockung erreichen, zurück (Nr. 152. I. p. 83). Döllinger sah einst ein Blutkorn, das sich mit dem einen Ende an der Wandung angehängt hatte, mit dem entgegengesetzten Ende nach dem Rhythmus des Blutstromes hin und her flottiren (Nr. 176. VII. S. 184). Hat ein Gefäßstamm eine Zeit lang kein Blut empfangen, und er fängt nun, z. B. nach Aufhebung des bisheri-

gen Druckes, oder durch wieder beginnenden Herzschlag, von Neuem an, Blut in die Haargefäße zu treiben, so kommen die Blutkörner wieder in Bewegung, ehe sie noch von den aus dem Stamme kommenden berührt oder fortgestoßen werden (Nr. 152. I. p. 181): es muß also zwischen ihnen eine Flüssigkeit seyn, welche, selbst in Bewegung begriffen, sie forttreibt. Einen Luftstoß können wir, abgesehen von allem Uebrigen, darum nicht annehmen, weil aus der geöffneten Ader keine freie Luft hervortritt; dagegen sehen wir in einem so eben ausgetretenen Blutstropfen außer den Körnern eine durchsichtige, farblose Flüssigkeit, welche an sich unsichtbar, aber durch ihre Begränzung gegen das Glas, auf welchem sie ruht, bemerklich ist; auch ergießt sich zuweilen aus der Wunde einer Ader eine farblose Flüssigkeit ohne Blutkörner (Nr. 152. I. p. 181). In stärkern Strömen sieht man allerdings keine Zwischenräume, weil die Blutkörner undurchsichtig sind, aber da diese keine dicht an einander passende Würfel sind, so müssen überall Zwischenräume vorhanden seyn. Wir dürfen also die Existenz des Blutwassers für erwiesen annehmen. B) Eben so sicher ist das Daseyn der Blutkörner; wir sehen sie innerhalb der Adern, wie in dem frisch gelassenen Blute, und bemerken, daß sie beim Stocken des Blutlaufes und beim Erlöschen des Lebens in den Adern ihre eigenthümliche Begränzung und Form verlieren, so daß sie in dem einige Zeit nach dem Tode aus der Ader getretenen Blute großentheils eben so verschwunden sind, wie in dem während des Lebens gelassenen und längere Zeit aufbewahrten Blute. Wenn wir hieraus schließen, daß sie zum Wesen des lebenden Blutes gehören, so bestreitet dagegen H. Schulz (Nr. 506. S. 31—36. 66) ihr permanentes Daseyn. Er hat nämlich ein Zittern des Blutstromes bemerkt und nimmt an, es beruhe auf einer innern Bewegung der Elemente des Blutes, die in steter Wechselwirkung einander anziehen, in einander übergehen und wieder zerfallen, also in fortdauernder Auflösung ihrer Substanz begriffen sind und erst bei Verdünnung des Blutes mit Wasser die Kugelform annehmen, indem zugleich ihre eigene Bewegung erlischt. Dieser Lehre folgend, behauptet Burkhart (Nr. 527. S. 27. 43 fgg.), daß die Blutkörner nicht Bestandtheile des lebenden Blutes, sondern davon ganz

verschieden und nur die ersten Anfänge des durch Gerinnung sich bildenden Blutkuchens sind und bei schwachem Leben eines Thieres oder eines seiner Gebilde in den Adern entstehen, wenn das Blut zu sterben anfängt; daß aber das Zittern des Blutes wegen der Undurchsichtigkeit der Adern hier nicht sichtbar ist, jedoch daselbst eben so gut als außerhalb derselben Statt finden muß als Grundäußerung des Blutlebens. Dieser Theorie liegt aber eine unrichtige Beobachtung zum Grunde. Wenn man frisches Blut unter dem Mikroskope betrachtet, so sieht man ein Durcheinandergehen, Auf- und Niedersteigen bestimmt begränzter Körper, und wenn diese Bewegung aufhört, so erkennt man dieselbe Gestalt an den ruhenden Blutkörnern wieder, dergleichen man, wie J. Müller (Nr. 189. 1824. S. 288) bemerkt, auch am Umkreise eines Tropfens, dessen Mitte in der lebhaftesten Bewegung begriffen ist, ruhig liegen sieht. Übrigens braucht das Blut gar nicht mit Wasser verdünnt, sondern nur in einer mäßig dicken Schicht aufgestrichen zu seyn, um diese Bewegung der Blutkörner zu zeigen. Ein Flimmern und Zittern ohne bestimmte Gränze, dergleichen Schultz zur Grundlage seiner Theorie macht, sieht man nach Müller (ebd. S. 274 und Nr. 239. 1824. S. 79) bei hellem Sonnenlichte in jeder gemengten Flüssigkeit, die vorher geschüttelt worden ist, in abgekochter Milch, in Schleim, Speichel, Harn, Kaffee, nach Meyen (Nr. 189. 1828. S. 407) an gekochter Hafergrütze u. s. w. Letzterer erklärt dieses unbegränzte Flimmern für Spectra, welche davon herrühren, daß der einfallende Lichtstrahl wegen der ungleichen Dichtigkeit in jedem Puncte anders refrangirt wird. Factisch ist also nur ein Wimmeln der Blutkörner in dem aus der Ader gelassenen Blute, auf welches wir späterhin (§. 740) noch zurückkommen werden. Ein gleiches Wimmeln aber im lebenden Körper vorauszusetzen, ist ganz grundlos, denn innerhalb des lebenden Organismus ist ja das Blut unter ganz andern Verhältnissen und in einem andern Zustande als, von demselben getrennt, auf der Glastafel unter dem Mikroskope. Tausendfältige und leicht anzustellende Beobachtung lehrt augenscheinlich, daß bei einem lebenskräftigen unverletzten Thiere (z. B. in der Schwimmhaut des Frosches) die Blutkörner in bestimmter Richtung gleich-

förmig fortströmen, ohne sich im Mindesten zu ändern und ohne von einander angezogen zu werden; von einem Wirbeln derselben, oder wohl gar von einem unbegränzten Flimmern ist auch keine Spur zu sehen. Somit ist denn diese Theorie durchaus durch keine Thatsachen gerechtfertigt; aber auch an sich ist sie ganz unstatthaft. Denn daß homogene Theile durch eigene, innere Kraft einander anziehen, in einander übergehen und, ohne größere Massen zu bilden, in demselben Augenblicke wieder zerfallen, stimmt weder mit den aus der Erfahrung abstrahirten Begriffen von Attraction und Repulsion, von Synthesis und Analysis der Körper überein, noch kommt irgendwo in der Natur etwas Aehnliches vor. — Es ist also, wie es auch J. Müller (Nr. 189. 1824. S. 287) ausspricht, entschieden, daß das lebendige, kreisende Blut aus Blutwasser und concreten Blutkörnern besteht. a) Die Blutkörner haben, wie schon Hewson (Nr. 553. III. p. 28) bemerkte, und Prevost und Dumas (Nr. 244. XVII. p. 298) bestätigten, in den Adern des lebenden Körpers dieselbe Form und Größe wie außerhalb desselben; nach Wedemeyer (Nr. 529. S. 354) sollen sie hier immer größer erscheinen als dort. b) Sie schwimmen neben und hinter einander, ohne eine bemerkliche Wirkung auf einander auszuüben, oder ihre besondere Begränzung aufzugeben. Nur wenn der Blutstrom stillsteht, sey es nun bei Abnahme der Lebenskraft und aussetzendem Herzschlage, oder bei heftiger Entzündung, hängen sie sich an einander und verschmelzen in eine einige Masse; tritt aber wieder der Herzschlag ein, oder nimmt die Entzündung ab, so lösen sie sich wieder ab und schwimmen in gesonderter Form wie zuvor weiter. Außer diesen Erscheinungen, welche beim Aussetzen des Herzschlages unter Andern von Haller (Nr. 152. I. p. 180) und Wedemeyer (Nr. 529. S. 195), bei Entzündungen von Kaltenbrunner und beim Zusammendrücken einer Vene von Baumgärtner (Nr. 533. S. 181) beobachtet wurden, sind keine Vereinigungen oder Trennungen der Blutkörner durch glaubwürdige Beobachtungen erwiesen. Leuwenhoek wurde von einer Hypothese geleitet, indem er annahm, daß jedes Blutkorn aus 6 Kügelchen zusammengesetzt sey, davon jedes wieder aus 6 kleinern Kügelchen bestehe (Nr. 172. 1674. p. 23. 121), und

wenn er das Zerfallen desselben in diese Theilchen selbst gesehen zu haben glaubte (ebd. 1700. p. 556); jedoch wurde diese Lehre von Boerhaave, Gorter und van Swieten angenommen und zu pathologischen Erklärungen benutzt (Nr. 95. II. p. 64). Mayer (Nr. 526. S. 71) will beim Schafsembryo öfters gesehen haben, daß zwei kleine Kügelchen zu einem größern verschmolzen, welches sich weiter fort bewegte: wenn nicht etwa hier von Luftbläschen (§. 665) die Rede ist, dürfte diese Beobachtung wohl nur von stockendem Blute entlehnt seyn. c) Bisweilen werden die Blutkörner im Strome umgebogen oder mehr in die Länge gestreckt, wie dies z. B. Weber (Nr. 569. I. S. 159) an Froschlarven beobachtete, und da sie bald darauf wieder ihre frühere Form annehmen, so scheint dies von einer mechanischen Einwirkung und von ihrer Federkraft (§. 664, i) abzuhängen. Am häufigsten ist dies beobachtet worden, wo die Strömung plötzlich eine andere Richtung annahm; so sah sie Haller (Nr. 152. I. p. 179) in Beugungen einer Ader sich umbeugen, und Spallanzani (Nr. 493. p. 177) länger und schmäler werden; Schmidt (Nr. 507. S. 29) sah sie beim Uebergange in einen Seitenzweig sich beugen, und dasselbe bemerkte Döllinger (Nr. 176. VII. S. 181 fg.), wenn sie in den Venen einzeln in ein stark fließendes Strömchen eintreten und dabei die Richtung schnell ändern müssen. Ob sie in engern Gefäßen zusammengedrückt und schmäler werden, ist noch nicht entschieden; Haller (Nr. 95. II. p. 58) konnte dies nie bemerken; Reichel (Nr. 486. p. 19 sq.) behauptet, sie seyen beim Frosche rund, werden erst in den engen Gefäßen länglich, wie sie zum Theil auch in den Venen bleiben, und Wedemeyer (Nr. 529. S. 229) stimmt ihm bei, allein man sieht sie hier auch im arteriösen Blute, wie auch außerhalb der Adern immer länglich; Hunter (Nr. 492. I. S. 115.) führt an, daß sie beim Durchgange durch die engen Gefäße elliptisch würden, und Wedemeyer (a. a. O. S. 221. 351) hat dasselbe beobachtet; auch Döllinger sah sie in den feinsten Haargefäßen, wo sie einzeln gehen, bisweilen sich verlängern, behauptet aber, daß sie dabei sich öfters so drehen, daß sie die Axe des Stromes in rechtem Winkel durchschneiden, also immer noch hinlänglich Raum haben, und nicht

durch die Enge des Gefäßes zusammengedrückt seyn können; übrigens sah er diese Verlängerung nur im venösen Strome, und zwar vorzüglich da, wo er am schnellsten ist, nämlich in der Nähe eines Astes, und glaubt, daß sie auf eine Neigung der Blutkörner, sich mit einander zu verbinden, hindeute. — d) Wir müssen hier noch die verschiedenen Ansichten über die Substanz der Blutkörner erwähnen. Sie kann entweder aus ungleichartigen oder aus gleichartigen Theilen bestehen; ist Ersteres der Fall, so kann entweder das Innere flüssig und das Äußere fest seyn (e), oder umgekehrt (f); ist aber die ganze Substanz fest, so kann dabei das Innere und Äußere entweder als Kern und Hülse von einander getrennt (g), oder doch von verschiedener Dichtigkeit seyn (h), oder endlich gar keine Verschiedenheit zeigen (i). — e) Ist das Äußere fest oder eine Blase, so ist die darin enthaltene Flüssigkeit entweder luftartig oder tropfbar. Daß die Blutkörner keine Luftblasen sind (§. 665), hat Haller (Nr. 152. I. p. 65. 180. Nr. 95. II. p. 60) daraus erwiesen, daß sie gerade den schwersten Theil des Blutes ausmachen, durch die Hitze der Lichtflamme nicht größer werden, als sie in der Kälte sind, und unter der Luftpumpe ihre Gestalt nicht ändern. Nach Weiß und Poli sollen sie eine tropfbare Flüssigkeit in sich schließen (Nr. 507. S. 29): eine solche sieht man aber bei ihrer Verletzung nie austreten, vielmehr bleibt bei ihrer Auflösung ein fester Kern zurück. Malpighi hielt sie, als er sie im venösen Strome des Gekröses entdeckte, für Fettbläschen, allein sie lösen sich im Wasser auf und sind nicht brennbarer als die übrigen Theile des Blutes (Nr. 553. III. p. 26). f) Ackermann (Nr. 543. p. 8) sah in der Schwimmhaut eines unter die Glocke einer Luftpumpe gebrachten Frosches bei Verdünnung der Luft die Blutkörner verschwinden und Luftblasen aufsteigen und erklärte daher die Blutkörner für Eiweißstoffkügelchen, die mit einer eigenen Atmosphäre (aura oxygena) umgeben seyen; aber da man den Cruor häufig unter die Luftpumpe gebracht hat, ohne daß die Blutkörner verschwunden wären, so ist die obige, nicht ohne bedeutende Schwierigkeit anzustellende mikroskopische Beobachtung wahrscheinlich irrig, wobei zugleich zu erinnern ist, daß ein Gas nicht das Begränzende und Formgebende für eine feste Sub-

stanz seyn kann. g) Wir haben schon oben (§. 666, a) bemerkt, daß nach der Annahme mehrerer Beobachter das Blutkorn aus einem Kerne und einer Hülse bestehen soll, daß aber diese Verschiedenheit der Theile erst durch beginnende Zersetzung entsteht. An den noch im umlaufenden Blute befindlichen Körnern sah Kaltenbrunner keine Spur von Kern und Hülse, vielmehr erschienen sie ihm immer als eine homogene Masse (Nr. 196. XVI. S. 307), und meine Beobachtungen stimmen damit überein. Mit Recht erklärten daher Blumenbach, Hodgkin und Lister (ebd. XVIII. S. 241), Blainville (Nr. 566. I. p. 214), Raspail (Nr. 199. XIII. p. 138) und Wedemeyer (Nr. 529. S. 353) die Blutkörner für gleichartige Massen. Letzterer bemerkte bei Fröschen, daß der dunklere Kern öfters schon innerhalb der Adern angedeutet zu seyn schien, jedoch nie so deutlich als in ausgetretenem und der Luft einige Zeit ausgesetztem Blute (ebd. S. 346), und daß beim Salamander, wenn das Blut zu stocken anfing, ein runder dunkler Kern mit hellem Ringe sich bildete (ebd. S. 352). h) Dabei kann man aber noch eine ungleiche Dichtigkeit in den verschiedenen Schichten, ungefähr wie in der Dotterkugel (§. 340, b) oder in der Krystalllinse annehmen. Eine größere Dichtigkeit der Oberfläche kann nicht bezweifelt werden, denn sie ist das Wesen der Begränzung: jeder noch so weiche Theil hat an seiner Oberfläche mehr Cohäsion; jeder Wassertropfen setzt dem fremden Körper hier mehr Widerstand entgegen als in seiner Masse, und selbst der Dunst formt sich in Bläschen. Daher sieht man nach Hodgkin und Lister (a. a. O. S. 245) die Blutkörner, wo ihr Rand beschädigt ist, an einander kleben, was sie vorher gewöhnlich nicht thun. Die Veränderungen aber, welche sie übrigens erfahren, scheinen darauf hinzudeuten, daß die zunächst unter der Oberfläche liegende Substanz lockerer ist, und die Dichtigkeit nach innen fortschreitend zunimmt; im Trockenen schrumpft die peripherische Substanz zusammen, im Wasser saugt sie ein, schwillt an und löst sich auf; Schmidt (Nr. 507. S. 29) sah bei Fischen und Vögeln, wenn das Blutkorn im Wasser angeschwollen war, den Kern in seiner Hülse beweglich werden und darin sich rollen; nach Kaltenbrunner (a. a. O.) zerfließt die Hülse bald,

der Kern nimmer, und man sieht daher häufig nackte Kerne, nie leere Hülsen; Wedemeyer fand bei Fröschen (a. a. O. S. 346) und Salamandern (ebd. S. 353) innerhalb der Adern bisweilen kleinere Kügelchen, welche vielleicht die Kerne von Blutkörnern waren, die sich in ihrem Laufe aufgehalten und aufgelöst hatten. Indessen ist durch alle diese Erfahrungen noch nicht erwiesen, daß eine solche ungleiche Dichtigkeit schon von Anfang an existirt. i) Da man im Gegentheile ursprünglich keine Verschiedenheit der Theile wahrnimmt (g), so halten wir es für wahrscheinlicher, daß das Blutkorn in seinem lebendigen Zustande feste und flüssige Theile in gleichmäßiger Vertheilung enthält, und daß diese bei seinem Sterben sich scheiden, indem sich die festen zu einem centralen Kerne zusammenziehen, die flüssigen hingegen an der Peripherie überwiegend werden, den Kern umgeben, von dessen festen Theilen nicht mehr angezogen werden, nun ihre Verwandtschaft zu den Außendingen äußern, Luft und Wasser anziehen und sich dann, wenn das eine oder das andere übermächtig geworden ist, darin auflösen. Diese Ansicht, welche mit der von Wedemeyer (a. a. O. S. 352) und Blainville (a. a. O.) gegebenen übereinstimmt, ist deshalb die wahrscheinlichere, weil sie ein Bild von der Gerinnung des Blutes giebt; denn die Masse ist der Ausdruck ihrer Moleculen, und so dürfen wir schließen, daß in diesen dieselbe Modalität des Absterbens Statt findet, die wir an jener unmittelbar beobachten.

§. 689. Wir haben gesehen, daß das im Organismus befindliche, lebendige Blut aus einer tropfbaren Flüssigkeit, dem Blutwasser, und einer festen, im Blutwasser unauflöslichen, aber äußerst fein zertheilten und dadurch in der Flüssigkeit suspendirten Substanz, den Blutkörnern, besteht; und wir fragen nun, wie die drei wesentlichen nächsten Bestandtheile des Blutes an jene beiden Substanzen vertheilt sind. A) Da das Blut außerhalb des Körpers in eine tropfbare Flüssigkeit, das Serum, und eine darin unauflösliche, feste Substanz, den Blutkuchen, sich scheidet, so ist nichts natürlicher, als anzunehmen, daß das Serum des gelassenen Blutes mit dem Blutwasser innerhalb der Adern, und der Blutkuchen mit den Blutkörnern identisch ist. Das Serum ist eine farblose Flüssigkeit wie das Blutwasser und umgiebt den Blutku-

chen wie dieses die Blutkörner. Daß der Cruor in den Blutkörnern seinen Sitz hat, ist bei seiner Röthe ganz augenscheinlich. Den Faserstoff aber kennen wir gar nicht in flüssiger, sondern nur in fester Form oder geronnen; er wird also auch im Blute schon fest, aber fein zertheilt und suspendirt seyn, und da er die Grundlage des Blutkuchens ausmacht, an welcher der Cruor vermöge adhäsiver Verwandtschaft sich ansetzt, so wird in den Blutkörnern dasselbe Verhältniß beider Stoffe Statt finden. Da die Blutkörner in Wasser ihren Färbestoff so leicht verlieren, so sitzt dieser wahrscheinlich an ihrer Oberfläche, und die kleinen farblosen Kügelchen, die man bisweilen bemerkt, sind wahrscheinlich die faserstoffigen Kerne. Die Gerinnung besteht also bloß darin, daß der Faserstoff, der bisher aus einzelnen Kügelchen bestand, in eine faserige Masse gerinnt, an welcher der Cruor nun auf ähnliche Weise haftet wie zuvor an den Kügelchen. — Diese Theorie wurde von Hewson in seinen nachgelassenen Papieren (Nr. 553. III. p. 119—137) zuerst angedeutet, dann aber von Home (Nr. 165. III. p. 4 sqq.) vorzüglich vertheidigt. Er nahm an, der Cruor sey an das faserstoffige Kügelchen durch Mucus angeheftet und löse sich ab, wenn letzterer in Wasser aufgelöst werde (ebd. p. 28), dann aber verbänden sich jene Kügelchen reihenweise mit einander und stellten so den concreten Faserstoff dar; er will selbst die Trennung des Blutkornes in seine beiden Bestandtheile unmittelbar bemerkt haben. Fast allgemein wurde diese bequeme Theorie angenommen, namentlich auch von den mikroskopischen Beobachtern Edwards, Prevost und Dumas; selbst der emsige Hämatolog Wedemeyer (Nr. 529. S. 249 und Nr. 243. 1828. S. 356) stellt es als eine Thatsache auf, daß in 20 Theilen Wasser die farbige Hülse sich auflöst und der farblose Kern zu Boden fällt. Indessen beruht dies Alles doch mehr auf Vermuthungen als auf erwiesenen und unbezweifelten Thatsachen, wie schon aus dem, was oben (§. 666) über die Zersetzung der Blutkörner gesagt ist, hervorgeht. B) Wir können die Identität von Serum und Blutwasser, Blutkuchen und Blutkörnern aus folgenden Gründen nicht annehmen: a) Das Blutwasser erscheint innerhalb der Adern völlig farblos und wasserhell, wie das Serum niemahls ist, indem dasselbe immer eine gelbliche

Tinte hat; in jenem scheinen also die Bestandtheile inniger gebunden zu seyn. b) Die Unmöglichkeit einer flüssigen Form des Faserstoffes ist nicht zu erweisen. Wenn er, dem geronnenen, abgestorbenen Blute entnommen, nicht ohne Zersetzung sich wieder fluidisiren läßt, so folgt daraus nicht, daß er auch im Leben nie flüssig erscheinen kann; geronnenes Blut im lebenden Körper wird, wie allgemein bekannt ist, wieder flüssig, und wenn Dieffenbach Thieren Blut in die Adern spritzte, welches er zuvor eine Zeit lang geschüttelt hatte, so wurde der dabei in feine Fasern und Flocken geronnene Faserstoff wahrscheinlich wieder verflüssigt, da die Thiere nach der Operation am Leben blieben. Der Cruor bietet analoge Erscheinungen dar: sind die Blutkörner außerhalb des Körpers unter einander verschmolzen, so kann man ihnen, wie schon Hunter (Nr. 492. I. S. 120) bemerkte, durch nichts die frühere Form wieder geben, während sie doch in den Adern des lebenden Körpers nicht selten aus der Masse, in welche sie verschmolzen waren, unverändert hervorgehen, wenn die bisher unterbrochene Strömung wieder beginnt (§. 690, b). c) Der Faserstoff macht nach Denis 0,002, der Cruor 0,181 des Blutes aus, oder verhält sich zu ihm wie 1:72. Dagegen soll die farbige Hülse zum faserstoffigen Kerne nach Home sich verhalten wie 1:4. d) Die Blutkörner von wirbellosen Thieren, z. B. Mollusken oder Crustaceen, scheiden sich bei ihrer Zersetzung ebenfalls in einen Kern und eine Hülse (Nr. 569. I. S. 150). Diese aber kann hier nicht aus Färbestoff bestehen, da das Blut farblos ist. Hewson (Nr. 553. III. p. 40) fand beim Hummer die Hülsen in Verhältniß zu den Kernen sogar größer als bei den rothblütigen Wirbelthieren. e) Die Blutkörner können nach den Beobachtungen von Muys, Hewson, Hodgkin und Lister mit einander sich vereinigen, ohne daß, wie Home behauptet, eine Auflösung ihrer Hülse nöthig wäre (Nr. 569. I. 151); Kaltenbrunner bemerkt, daß sie, wo sie in großer Menge neben einander liegen, zusammenkleben und ein Gerinnsel bilden, an welchem man wegen seiner Undurchsichtigkeit nicht unterscheiden kann, ob es bloß aus Kernen besteht oder nicht (Nr. 196. XVI. S. 307). f) Daß die Fasern des Blutkuchens aus an einander gereihten Kügelchen beste-

hen, ist wenigstens nicht unbezweifelt dargethan (§. 676, c), und wäre es auch, so würde daraus noch nicht folgen, daß die Kügelchen, welche nach partieller Auflösung der Blutkörner sichtbar werden, Faserstoff sind, da die ungleich evidenteren Kügelchen der Nervensubstanz bloß aus Eiweißstoff bestehen. Ueberdies will man im Faserstoffe von Vögeln, Amphibien und vielen Fischen runde Kügelchen gesehen haben, ungeachtet die Kerne der Blutkörner bei diesen Thieren länglich sind (Nr. 569. I. S. 152). g) Der am Blutkuchen haftende Cruor müßte nach jener Ansicht aus zerfallenen Hülsen bestehen, und dafür erklärte ihn Hünefeld (Nr. 450. II. S. 48) wirklich, weil er keine Blutkörner darin fand: allein dies lag bloß daran, daß der Cruor vor der Untersuchung mit Wasser gemischt worden war. Prevost und Dumas geben zu, daß in frisch geronnenem Blutkuchen noch viele unzersetzte Blutkörner zu sehen sind; die Wahrheit ist, daß keine Spur von der Auflösung eines einzigen bemerkt werden kann. Wenn man, nachdem die Gerinnung völlig beendet ist, zehn und mehrere Stunden nach dem Austritte des Blutes aus der Ader den Cruor aus dem Kuchen preßt, so findet man darin eben so viele und eben so geformte Blutkörner wie vor der Gerinnung, und durchaus keine leeren Hülsen oder Stücke derselben. Solcher aus vollständigen Blutkörnern bestehender Cruor löst sich dann im Wasser auf, ohne eine Spur von geronnenem Faserstoffe zurückzulassen. Wedemeyer (Nr. 529. S. 250) schüttelte frisches Blut eine Stunde lang, wo dann aller Faserstoff geronnen war, und sich kein Blutkuchen weiter bildete; der flüssige Theil des Blutes enthielt aber die gewöhnlichen Blutkörner. Hat man einen Blutstropfen schnell eintrocknen lassen und weicht ihn dann mit Wasser auf, so findet man geronnenen Faserstoff und unveränderte Blutkörner. Also unter keinerlei Umständen zeigt sich die Gerinnung des Faserstoffes von einer Zersetzung der Blutkörner abhängig. h) Der aus unzersetzten Blutkörnern bestehende Cruor gerinnt nicht von selbst, wie der Faserstoff, und verhält sich überhaupt in chemischer Hinsicht anders als dieser. i) Menstrualblut enthält sehr viel Cruor mit vollständigen Blutkörnern und doch wenig oder gar keinen Faserstoff. — C) Die Annahme einer solchen Vertheilung ermangelt also eines

gehörigen Grundes, und wenn wir bedenken, daß die Scheidung in Blutkuchen und Serum nur auf einem Absterben des Blutes beruht, so finden wir es ganz begreiflich, daß im lebenden Blute eine solche Trennung nicht existirt. Dagegen bemerken wir Verhältnisse, welche dafür sprechen, daß sowohl die Blutkörner einen Theil des Serums enthalten, als auch das Blutwasser einen Theil des Blutkuchens in sich schließt. k) Das innerhalb der Adern strömende Blut zeigt viel mehr Blutkörner als Blutwasser, und doch finden wir außerhalb des Körpers mehr Serum als Blutkuchen. Hieraus folgt, daß die Blutkörner einen Theil des Serums in sich enthalten und dasselbe bei ihrer beginnenden Zersetzung ausscheiden. Döllinger (Nr. 176. VII. S. 186) lehrte dies zuerst, und Kaltenbrunner (a. a. O.) giebt es als eine beobachtete Thatsache an, daß die Blutkörner, wenn sie an einander kleben, Serum ausschwitzen. Schmidt (Nr. 507. S. 39 fg.) vermuthet, daß vorzüglich ihre Peripherie in Serum sich verwandelt, da bei Fischen, wo sich das Serum überaus schnell ausscheidet, auch der peripherische Theil der Blutkörner fast augenblicklich sich auflöst. Dazu kommt nun noch, daß vor der Scheidung in Blutkuchen und Serum das gerinnende Blut eine homogene, gallertartige Masse darstellt, in welcher das Blutwasser ganz von den festen Theilen aufgenommen und gebunden zu seyn scheint. l) Das Blutwasser enthält, wie auch Gruithuisen (Nr. 161. S. 161), Berzelius und Denis (Nr. 532. p. 118) vermuthen, wahrscheinlich Faserstoff, da dieser schon gerinnt, ehe die Blutkörner sich auflösen. Hallers Beobachtungen über die Entstehung von Gerinnseln, die nicht aus Eiweißstoff bestehen können, sondern, wie die Untersuchung der Pseudomembranen gelehrt hat, Faserstoff sind, geben einen Beweis dafür. Haller (Nr. 152. I. p. 181) bemerkte nämlich, daß an verwundeten Gefäßen ein Nebel von bleicher Flüssigkeit hervortritt, der sich verdichtet und oft ein Knötchen bildet, in dessen Mittelpuncte ein rother Klumpen enthalten ist, während ausgetretene Blutkörner nie einen solchen Nebel bilden; später (ebd. p. 220) sah er deutlich, daß solches Gerinnsel an einer Arterienwunde aus dem Blutwasser sich bildet, indem bisweilen einzelne Blutkörner hindurch gingen, die davon bestimmt zu unter=

scheiden waren. Die Gerinnsel in den Adern von Leichnamen, die doch meist nur im Todeskampfe und kurz vor dem völligen Aufhören des Blutlaufes gebildet worden sind, bestehen gewöhnlich aus reinem, weißem Faserstoffe, da doch in gelassenem Blute der Cruor so fest an ihm haftet, daß er nur durch eine ungeheure Menge Wasser sich davon scheiden läßt; wären diese Gerinnsel aus zersetzten Blutkörnern entstanden, so würde deren Färbestoff wahrscheinlich an ihnen haften, und daher ist es wahrscheinlicher, daß der Faserstoff aus dem Blutwasser sich niedergeschlagen hat, und die unverletzten Blutkörner dabei vorübergegangen sind.

§. 690. Die Anfüllung der Adern wechselt nicht allein in Uebereinstimmung mit der Zunahme oder Abnahme der Blutmasse, sondern auch ohne solche Veränderungen der Masse bei verschiedenen Zuständen der lebendigen Thätigkeit. Bei heftigen Bewegungen und bei Ausbrüchen des Zorns, in der Fieberhitze und namentlich bei Entzündungen mancher innern Organe sind die Arterien voller anzufühlen, die Venen stärker hervorgetreten, die Haut ist über den ganzen Körper roth, aufgetrieben und heiß, und wir finden keine Thatsache, welche bewiese, daß in den Eingeweiden, die unserer unmittelbaren Beobachtung entzogen sind, die Blutmenge in demselben Verhältnisse vermindert wäre. In der Kälte, bei Furcht und Schreck, in Ohnmacht und im Fieberfroste findet das Gegentheil Statt, und wiewohl hier im Gegensatze zu den Gliedmaaßen und der Hautfläche die innern Organe mehr Blut als gewöhnlich aufnehmen, so sind doch diese dabei nicht in dem Zustande erhöhter Lebensthätigkeit, welchen wir sonst bei vermehrter Zuströmung des Blutes bemerken, vielmehr zeigen sich im ganzen Organismus Erscheinungen verminderter Lebendigkeit. Wenn nun solche Wechsel weder von Veränderungen der Masse, noch von ungleicher Vertheilung abhängen, so können wir sie nur aus einer bald steigenden, bald sinkenden Expansivkraft des Blutes erklären; das Blut selbst muß bald stärker sich ausdehnen und die Adern anschwellen, bald sich mehr zusammenziehen und einen kleinern Raum einnehmen. Die Vergleichung des lebenden und des todten Zustandes bestätigt dies. An dem Leichname finden wir die Arterien leer, in dem Herzen und den Haargefäßen sehr wenig Blut, die Venen-

zweige weniger als im Leben gefüllt, und doch die Venenstämme nicht übermäßig ausgedehnt; das Gefäßsystem erscheint also für die vorhandene Blutmenge viel zu geräumig, und auf diese Beobachtung stützt sich daher Kerr (Nr. 498. p. 147), indem er den Eintritt des Blutes in die Arterien und den Kreislauf leugnet. Da es indeß gewiß ist, daß während des Lebens das ganze Gefäßsystem mit Blut gefüllt ist, so kann jene Beobachtung nur beweisen, daß das Blut hier mehr ausgedehnt ist und einen größern Raum einnimmt als nach dem Tode. Rosa unterband bei einem lebenden Thiere eine mit Blut gefüllte Arterie; als sie ausgeschnitten und erkaltet war, betrug ihr Umfang nur noch $\frac{1}{3}$ des frühern, und das Blut füllte nur $\frac{1}{3}$ der verengerten Arterie aus (Nr. 579. I. p. 185 sqq.), so daß also das Volumen des todten Blutes zu dem des lebenden sich wie 1 : 9 verhalten haben würde, wenn anders die Messung ganz genau und zuverlässig war.

§. 691. Die Quantität der Blutmasse ist bei einem einzelnen Individuum schwer zu bestimmen, noch schwerer aber für die Individuen einer Gattung überhaupt, da die Blutmenge nach Maaßgabe der Verhältnisse von Verdauung und Athmung, von Ernährung und Absonderung bedeutendem Wechsel unterworfen ist. a) Beim Menschen ist nur eine ungefähre Schätzung möglich, und diese ist sehr verschieden ausgefallen, worüber man die nähern Angaben bei Haller (Nr. 95. II. p. 2 sqq.) und Herbst (Nr. 508. p. 53) findet: die Extreme sind 8 Pfund (nach Allen Moulins) und 100 Pfund (nach Keil). Am Leichname sind während der Todtenstarre die Adern zusammengeschnürt, und nach derselben fängt das Blut bald an theils zu gerinnen, theils in das Gewebe der festen Theile zu dringen (§. 634, k). Herbst (a. a. O. p. 55) schätzt die Blutmenge auf 10—14 Pfund und behauptet, zum Injiciren des ganzen Gefäßsystems brauche man nicht 20 Pfund Masse; allein schwerlich sind dann die Haargefäße vollständig gefüllt, und überhaupt ist wohl noch nie ein Leichnam mit allen Eingeweiden vollständig injicirt worden; nach glücklichen Einspritzungen einzelner Theile, wo die in die Arterien getriebene Masse durch die Venen zurückkehrt, zu urtheilen, wird das ganze Gefäßsystem gewiß über 20 Pfund aufnehmen können. Blutungen,

welche langsam und in Zwischenräumen erfolgen, können allerdings nichts beweisen, da die Blutbildung dabei beschleunigt und nicht zu berechnen ist (ebd. p. 56): allein dieser Umstand ist gewiß ohne Bedeutung, wenn binnen wenigen Stunden und ohne tödtliche Folge durch die Nase 10 Pfund, oder durch Erbrechen 12 Pfund Blut verloren wurde (Nr. 95. II. p. 4), oder wenn Taylor einen Mann dadurch von Athmungsbeschwerden befreite, daß er ihm binnen zwölf Stunden 144 Unzen Blut ließ und dabei noch Purganzen anwendete (Nr. 197. XVI. S. 448). Nach Wrisberg (Nr. 357. I. S. 167) hatte eine Frau, die am Mutterblutsturze starb, 26 Pfund verloren, und bei der Enthauptung einer vollblütigen Weibsperson sammelte man 24 Pfund Blut. Wir werden also wohl nicht irren, wenn wir für einen gesunden Mann 20 Pfund Blut, und das Verhältniß von diesem zum Körpergewichte wie 1 : 8 annehmen. b) Thiere läßt man, um die Quantität ihres Blutes kennen zu lernen, verbluten, indem man mehrere Gefäße zugleich öffnet, wie denn Herbst zu diesem Zwecke die Aorta, Carotis, Schenkelarterie und Lungengefäße durchschnitt. Allein Leben und Blutlauf hört früher auf, ehe alles Blut entfernt ist, und es bleibt viel davon in den Haargefäßen zurück. Ein richtigeres Resultat würde man gewinnen, wenn man die Thiere in mäßig warmem Wasser ersäufte und darin bei Unterhaltung derselben Temperatur so lange liegen ließe, bis die Zeit der Todtenstarre vorüber ist, dann aber in das Herz und die Arterienstämme Talg spritzte, und die Quantität des aus den durchschnittenen Venenstämmen abfließenden Blutes mit der des eingespritzten Talges vergliche. Vor der Hand geben wir die Resultate von Herbsts (a. a. O. p. 46—51) Beobachtungen in folgender Übersicht, indem wir die Quantität des Blutes als 1 annehmen und das Verhältniß des Körpergewichtes hierzu in Zahlen angeben. Zu einiger Vervollständigung fügen wir andere Angaben über einige Thiere hinzu, an welchen Herbst keine Untersuchungen anstellte.

1 : 6				Schnecke [1])
1 : 12	Ochs [2])			
1 : 13				Krebs [3])
1 : 14			Sumpfeidechse [4])	
1 : 16	Hund [5])		Frosch	
1 : 18	Pferd [6])	Taube		
1 : 20	Hase	Sperling		
	Ziege			
	Kalb [7])			
	Lamm [8])			
1 : 21	Fuchs			
1 : 22	Katze	Canarienvogel		
	Schaf [9])			
1 : 22, 5.	Maus.			
1 : 23	Esel [10])			
1 : 24	Kaninchen [11])			
1 : 25		Hahn		
1 : 27			Viper [12])	
1 : 29		Ente [13])		
1 : 32		Henne		

[1]) Bei der Weinbergschnecke nach Erman (Nr. 578. 18$\frac{6}{7}$ S. 203) wie 1 : 5,67 und 1 : 6,11, nach Carus (Nr. 262. S. 85) wie 1 : 9,60. [2]) Nach Hales wie 1 : 10,86. [3]) Nach Carus (a. a. O.). [4]) Nach Blumenbach (Nr. 158. S. 68). [5]) Nach Herbst 1 : 12 bis 1 : 21; nach Allen Moulins wie 1 : 9,60. [6]) Nach Hales. [7]) Nach Rosa 1 : 22. [8]) Nach Allen Moulins wie 1 : 20, nach Rosa wie 1 : 22. [9]) Nach Allen Moulins wie 1 : 22, nach Rosa wie 1 : 23. [10]) Nach Rosa. [11]) Nach Allen Moulins wie 1 : 29. [12]) Nach Haller (Nr. 95. II. p. 6). [13]) Nach Allen Moulins. — c) Nehmen wir nun diese Angaben auch nur ungefähr und im Verhältniß zu einander für richtig an, so geben sie zuvörderst negative Resultate. Sie bestätigen nämlich nicht, was man durch andere Gründe anzunehmen bestimmt wird, daß junge Thiere mehr Blut haben als alte, wilde mehr als zahme, kleine mehr als große, warmblütige mehr als kaltblütige (Nr. 95. II. p. 6): denn der

Ochse hatte nach obigen Angaben mehr Blut als das Kalb, der Hund mehr Blut als der Fuchs, das Pferd mehr Blut als der Esel, die Schnecke, so wie nach Erman auch die Muschel mehr als die Mammalien und Vögel. Eben so klar ist es, daß die Quantität der Blutmasse nicht genau mit der Vollkommenheit der Organisation übereinstimmt, und daß es irrig ist, wenn man den niedrigern Thieren schlechthin weniger Blut zuschreibt als den höhern. Nur so viel scheint sich zu ergeben, daß die Blutmenge bei einer weichern, saftigern Substanz des Körpers größer, bei einer trocknern Constitution geringer ist, und daß diese Differenz mit den verschiedenen Verhältnissen der Außenwelt übereinstimmt. Das Wasser nährt, die Luft zehrt; die Wasserthiere sind vollblütiger als die Luftthiere. Diesen Gegensatz finden wir zwischen den von Feuchtigkeit strotzenden Mollusken und den Insecten, bei denen die Blutströme vertrocknen, während die Luft durch den ganzen Körper sich verbreitet. Einen ähnlichen Gegensatz bilden unter den Wirbelthieren die Säugethieramphibien mit den Vögeln; jene, ihrem feuchten Elemente entsprechend, haben ungeheuer viel Blut, selbst im Fettgewebe, und wo man nur einschneidet, quillt es wie aus einem Schlauche hervor; der luftreiche Körper der Vögel hingegen ist blutarm und trocken. Das von saftigen Gräsern und vielem Wasser sich nährende Rind ist vollblütiger als das von trockner Nahrung lebende und des Wassers wenig bedürfende Nagethier. Die große Quantität Blut, die wir bei dem Menschen finden, bezieht sich vielleicht auch auf seine normale Lebensweise und auf die Geschmeidigkeit seines Körpergewebes, wofür das Verhältniß beim weiblichen Geschlechte (§. 166. 179) spricht; vielleicht auch auf die höhere Entwickelung seines animalen Lebens.

Zusätze von Johannes Müller.

Untersuchung der Blutkörperchen.

§. 691, †. Über die Form der Blutkörperchen sind die Angaben der Schriftsteller so verschieden, daß es mir unumgänglich nothwendig schien, diesen Gegenstand ganz von Neuem zu untersuchen. Hierzu dienten verschiedene optische Instrumente, namentlich ein kost-

bares Frauenhofersches Mikroskop. Um die Blutkörperchen zu untersuchen, darf man sie nicht mit Wasser verdünnen, man würde sie dann ganz anders sehen, als sie im lebenden Körper sind; das Wasser verändert ihre Form augenblicklich, die elliptischen Blutkörperchen werden auf der Stelle rundlich, auch verlieren die Blutkörperchen von ihrer Plattheit. Daher muß man die Blutkörperchen entweder ohne Beimischung ganz dünn auf dem Objectträger des Mikroskopes ausbreiten, oder man muß sie mit Blutserum verdünnen. Z. B. um die Blutkörperchen des Frosches zu untersuchen, wende ich einen Tropfen Serum von schon geronnenem Froschblute an und setze dazu etwas von einem Tropfen frischen Froschblutes. Wasser, worin Kochsalz oder Zucker aufgelöst ist, kann statt Blutserum auch zur Verdünnung angewandt werden. Diese Auflösungen verändern die Blutkörperchen durchaus nicht. Die Vermischung des Blutes mit Wasser und der Gebrauch schlechter Instrumente haben die verschiedenen Angaben über die Form der Blutkörperchen veranlaßt. — Ich finde die Blutkörperchen beim Menschen größtentheils gleich groß, einzelne sind ein weniges größer als die Mehrzahl, aber nicht noch einmahl so groß im Durchmesser. Beim Frosche sind sie auch meist gleich groß. Doch sieht man auch solche, die bei übrigens gleicher Form doch etwas kleiner sind und gleichsam in der Bildung zu seyn scheinen. Beim Embryo des Kaninchen fand ich sie am meisten ungleich, hier sieht man einzelne, welche mehr als noch einmahl so groß als die Mehrzahl im Durchmesser sind, während die Mehrzahl durchaus in der Größe denen des erwachsenen Kaninchens gleichkommt. Die Blutkörperchen der Froschlarven sind kleiner als die der erwachsenen Frösche. Die Gestalt der Blutkörperchen ist bei verschiedenen Thieren sehr verschieden, sie sind indessen, mögen sie kreisförmig oder elliptisch seyn, immer platt, runde Scheiben sind sie beim Menschen und den Säugethieren (wie mögen sie wohl beim Schnabelthiere seyn?). Elliptisch finde ich sie übereinstimmend mit andern Beobachtern bei den Vögeln (Huhn und Taube), bei den Amphibien (Frosch und Salamander) und bei den Fischen, wo sie sich zuweilen, wie beim Karpfen, etwas der runden Form nähern, ohne vollständig rund zu seyn. Rudolphi giebt sie von den Fischen rund an, wie ich sie

früher, als ich sie noch nicht gut zu untersuchen verstand, bei Clupea alosa gefunden habe; dies war indeß ein Beobachtungsfehler, und es rührte von Vermischung mit Wasser her, wovon die elliptischen Blutkörperchen der Fische, Amphibien, Vögel nach meiner Beobachtung jedesmahl rund und kuglig werden. Die Blutkörperchen fand ich bei den von mir untersuchten Fischen, später auch bei Clupea alosa elliptisch. Die elliptischen Körperchen der Amphibien, Vögel und auch der meisten Fische sind im Durchschnitte etwa noch einmahl so lang als breit. Daß sie platt sind, dies habe ich nicht allein von den elliptischen Körperchen der Fische, Vögel und Amphibien, sondern auf das Bestimmteste auch von den kreisförmigen Körperchen des Kalbes und des Menschen gesehen. Hierzu bedarf man aber guter optischer Instrumente. Von der Abplattung überzeugt man sich, wenn man den mit Serum, Kochsalzlösung oder Zuckerwasser verdünnten Blutstropfen unter dem Mikroskop in Bewegung bringt, so daß viele von den Blutkörperchen beim Fließen sich auf den Rand stellen. Am plattesten sind sie im Verhältniß zu den andern Durchmessern bei den Amphibien, mehr als bei den Fischen; unter allen Thieren finde ich sie am plattesten beim Salamander, sehr platt sind sie auch beim Frosche, wo ihre Dicke 8—10 Mal kleiner als ihr Längendurchmesser ist. Auch bei den Eidechsen, wo sie etwas kleiner sind als beim Frosche, finde ich sie sehr platt. Die Blutkörperchen des Salamanders zeigen, wenn sie senkrecht auf dem Rande stehen, keine von der Mitte der beiden Seitenflächen hervorragende Erhöhung, sondern sind ganz gleichförmig platt; die der Frösche zeigen aber zuweilen, nicht immer deutlich, ein auf beiden Seiten hervorragendes mittleres Hügelchen, wenn sie auf dem Rande stehen, so wie es Prevost und Dumas abgebildet haben. Obgleich, wie ich später zeigen werde, die Blutkügelchen einen innern Kern haben, so ragt doch dieser nur bei den Fröschen in der Mitte etwas hervor, aber bei allen übrigen Thieren scheint er nicht hervorragend. Die elliptischen Blutkörperchen der Vögel sind nicht so platt wie die der Amphibien, sie sind auch entschieden platt, ungefähr in dem Verhältniß platt wie ein Brot hiesigen Landes. Daß sie auch bei den Säugethieren und dem Menschen platt sind, davon konnte ich mich früher nicht

überzeugen, wohl aber, nachdem ich ein kostbares Frauenhofer-sches Mikroskop anwenden konnte und gelernt hatte, daß man mit Wasser nicht verdünnen darf. Die Abplattung ist bei den Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere ganz gleichförmig, und sie haben jedenfalls in der Mitte keine Erhöhung. Wenn sie auf dem Rande stehend gesehen werden, erscheinen sie wie ein kurzer gleich dicker, dunkler Strich, der an beiden Enden nicht abgerundet ist, sondern fast scharf aufhört, oder wie eine Münze, die man gegen den Rand ansieht. Doch ist der öfter gebrauchte Vergleich mit Münzen deswegen unrichtig, weil sie im Verhältniß zum Breitendurchmesser nicht so dünn wie Münzen sind; sie sind beim Menschen nur viermahl so dünn als breit. — Die Blutkörperchen der nackten Amphibien sind die größten, die ich kenne. Die der Vögel und einiger Fische nähern sich in Hinsicht der Größe. Die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere sind die kleinsten, beim Kalbe finde ich sie ein weniges kleiner als beim Menschen. Bei der Ziege fanden sie Prevost und Dumas am kleinsten, was ich bestätigen muß; hier können sie nicht genau untersucht werden. Beim Menschen fand ich ihren Flächendurchmesser = 0,00023 — 0,00035 Par. Zoll. Die Blutkörperchen der Vögel, neben einander mit denen der Frösche untersucht, sind etwa halb so groß als die der Frösche, die der Salamander sind etwas größer als die der Frösche, aber nicht $\frac{1}{3}$ größer, sie sind etwas länglicher. Die der Fische sind kleiner, z. B. beim Karpfen $\frac{1}{3}$ kleiner als die der Frösche, die der Clupea alosa halb so groß. Die Blutkügelchen des Frosches sind, neben denen des Menschen untersucht, ungefähr viermahl größer, den Flächendurchmesser der Blutkörperchen des Menschen mit dem Längendurchmesser derselben beim Frosche verglichen. — In der Mitte der kreisförmigen und der elliptischen Blutkörperchen sieht man einen Fleck, der in den kreisförmigen rund, in den elliptischen elliptisch ist und auf der Seite der Beleuchtung hell, auf der Seite des Schattens dunkel erscheint; er sieht zuweilen, und zwar bei den Vögeln, Amphibien, Fischen, wie ein Kern im Innern aus, besonders bei heller Beleuchtung, wo die Schatten wegfallen, zuweilen sieht er, und zwar bei weniger heller Beleuchtung, wie eine Erhöhung aus, und zwar bei den Fröschen vorzugsweise,

durchaus nicht bei den Vögeln und Fischen. Bei den Fröschen glaubt man deutlicher eine elliptische Erhöhung zu sehen, wenn die Körperchen in wenig Serum enthalten sind, und dann glaubt man auch beim Frosche eine Vertiefung zwischen dem wulstigen Rande und der elliptischen Erhöhung zu bemerken. Ich sage bloß, was man bei verschiedenen Bedingungen zu sehen glaubt, nicht was ich dafür halte. Da nun aber die Blutkörperchen der Vögel, Fische und Salamander auf dem Rande stehend an den Seitenflächen nicht eine mittlere Hervorragung zeigen, so kann ihr mittlerer Fleck auch keine Erhöhung seyn, und der Fleck rührt von dem Kerne des Blutkörperchens her, der sich auf eine andere Art beweisen läßt. Da ferner die Blutkörperchen des Frosches auf dem Rande stehend zuweilen ein flaches Hügelchen an den Seitenflächen zeigen, so muß der Kern hier auch eine wirklich unbedeutende Hervorragung bilden. Die kreisförmigen Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere, durch ein gutes Instrument beobachtet, zeigen weder auf dem Rande stehend irgend eine Spur von Hervorragung an den Seitenflächen, noch hat der Fleck, wenn man sie gegen eine der Flächen ansieht, jemals das Ansehen einer Erhöhung. Die Schriftsteller haben, indem sie beständig von einem Thiere auf das andere geschlossen, hier zum Theil viel Verwirrung gebracht. Die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere sehen bei einem vortrefflichen Instrumente immer so aus, als wenn sie vom Rande gegen die Mitte ganz seicht ausgehöhlt wären. Der Optiker Young ist geneigt, den Fleck für eine wirkliche Aushöhlung zu halten, ich will das nicht sagen, aber es sieht so aus. Wenn die Scheibchen schief stehen, so daß man etwas von der einen Fläche und etwas vom obern Rande sieht, so bildet der obere Rand einen dunklen Halbkreis, nach der einen Seite convex, nach der andern concav. Da sich aus meinen Beobachtungen, die ich sogleich anführen werde, unzweifelhaft ergiebt, daß die Blutkörperchen der Frösche und Salamander einen Kern enthalten, der sich ganz anders chemisch verhält als die Rinde; da ferner in den Blutkörperchen der Fische und Vögel dieser Kern mikroskopisch gerade so erscheint wie bei den Amphibien, so ist es sehr wahrscheinlich, daß auch die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere einen

Kern enthalten, was sich nur wegen der Kleinheit nicht direct beweisen läßt. Jedenfalls bildet dieser Kern aber hier keine Hervorragung. — Im Blute der Frösche, so wie es rein aus dem Herzen selbst erhalten wird, habe ich noch eine zweite viel kleinere Art von Körperchen gefunden, die sehr sparsam darin vorkommen; sie sind ganz rund, nicht platt und ungefähr viermahl kleiner als die elliptischen Blutkörperchen; sie kommen ganz mit den sehr sparsamen Körnchen der gerinnbaren Lymphe der Frösche überein, wie sie unter der Haut vorkommt, und sind offenbar Lymphkügelchen von der ins Blut gelangenden Lymphe. Vielleicht entstehen aus den Lymph- und Chyluskügelchen die Kerne der elliptischen Blutkörperchen. Doch sind die durch Essigsäure von der Hülle befreiten Kerne der Froschblutkörperchen zwar ungefähr so groß als die seltenere Art von Körnchen im Blute und als die Körnchen der Lymphe, allein die beiden letztern sind rund, die durch Essigsäure dargestellten Kerne der elliptischen Blutkörperchen sind dagegen elliptisch und beim Salamander noch deutlich platt. — So lange die Blutkörperchen im Serum des Blutes enthalten sind, löst sich ihr Färbestoff nicht auf, wohl aber, wenn Wasser damit in Berührung kommt. Was Home von der leichten Zersetzbarkeit der Blutkörperchen gesagt hat, davon habe ich nichts bestätigt gefunden. Wenn Blut von Säugethieren geschlagen worden ist, so behalten die Blutkörperchen ihre Form, und mehrere Stunden später, ja selbst am andern Tage mit den besten Instrumenten untersucht, zeigen die Blutkörperchen nicht die geringste Veränderung ihrer Form und Größe. Selbst nach 24 Stunden ist nichts davon im Blutserum aufgelöst, und das Serum, welches in 24 Stunden 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien hoch über dem im Serum suspendirten Blutkörperchen steht, ist gelb und farblos. Solches geschlagene und vom weißen Faserstoffgerinnsel befreite Blut hat ganz das Ansehen des natürlichen Blutes; die Kügelchen schweben darin und sinken nicht zu Boden, und wenn das Blut bei 15° C. mehrere Tage steht, so bleiben sie doch darin suspendirt und sinken nicht zu Boden. Die rothen Kügelchen senken sich in mehrern Tagen nur höchstens $2\frac{1}{2}$ Linien unter das Niveau der Flüssigkeit, das darüber stehende Serum, anfangs farblos, färbt sich in mehrern Tagen nur unbedeutend. Bringt man aber Wasser zu

geschlagenem Blute von Säugethieren, so löst sich ein Theil des Färbestoffes im Wasser auf, und ein großer Theil Blutkügelchen sinkt zu Boden. Die Blutkörperchen des Frosches sinken dagegen schon im bloßen Serum des Froschblutes zu Boden, und das Serum steht farblos darüber; so erhalten sich die Körperchen ohne die geringste Veränderung ihrer Form und Größe mehrere Tage lang. Um von Froschblut ein mit Blutkörperchen gemengtes Serum zu erhalten, nehme ich das sich bildende Gerinnsel, so wie es sich bildet, nach und nach heraus, bis sich nichts mehr bildet, auch rühre ich das Gerinnsel in der noch übrigen Flüssigkeit um, daß sich die anhängenden Blutkörperchen ablösen. Auf diese Art erhält man nach weggenommenem Gerinnsel Blutserum mit einer großen Menge von Kügelchen, während ein anderer Theil der Kügelchen von dem Gerinnsel eingeschlossen ist. In diesem Zustande können die im Serum enthaltenen Blutkörperchen zu verschiedenen Versuchen dienen, worauf man ihre Veränderung mikroskopisch untersucht, während man frisches Blut wegen des sich bildenden Gerinnsels nicht gut zu mancherlei Versuchen über das Verhalten der Blutkörperchen zu verschiedenen Stoffen brauchen kann. Für die in der Folge anzuführenden Versuche wurde das Froschblut immer auf die angezeigte Weise vorbereitet. Die im Serum enthaltenen Blutkörnerchen des Frosches können mehrere Tage unverändert aufbewahrt werden, das Serum bleibt klar und nimmt nichts von dem Färbestoffe auf. — Ich habe so eben angeführt, daß die Blutkörperchen des Frosches im Serum zu Boden sinken, während sie beim Menschen und bei Säugethieren im vom Faserstoffe befreiten Blute sich nur mehrere Linien unter das Niveau der Flüssigkeit senken, sonst aber suspendirt bleiben. Der Grund davon muß seyn, daß die Froschblutkörperchen im Verhältniß zu ihrem Serum eine größere specifische Schwere haben als die Blutkörperchen der Säugethiere im Verhältniß zu ihrem Serum. Im entzündlichen Blute des Menschen, wo bloß der unterste Theil des Coagulums roth ist, der obere aber weißgelber Faserstoff, **Crusta inflammatoria**, ist, muß entweder die specifische Schwere der Kügelchen vermehrt, oder die des Serums vermindert seyn. Wenn dies der Fall ist, worüber nur Untersuchungen anzustellen sind, so läßt sich die Erscheinung

der Crusta inflammatoria sehr gut erklären. Denn da entzündliches Blut oft merklich später gerinnt als gesundes Blut, so haben die rothen Blutkörperchen Zeit, sich zu senken, ehe der im Blute aufgelöste farblose Faserstoff geronnen ist, so daß also der obere Theil des Coagulums weiß werden muß; daß aber Faserstoff im Blute aufgelöst ist, dies wird im Verfolg dieser Arbeit empirisch bewiesen werden. — Wenn man zu dem auf die angezeigte Art bereiteten, vom Gerinnsel befreiten Gemenge von Serum und Blutkörperchen des Frosches Wasser zusetzt und das Gemenge umrührt, so löst sich der Färbestoff der Blutkörperchen allmählig im Wasser auf, und es bleibt zuletzt ein weißer Satz auf dem Boden des Uhrglases, der nun aus runden Kügelchen besteht, die viermahl kleiner sind als die Blutkügelchen, und der sich im Wasser nicht auflöst. Um die Auflösung des Färbestoffs von dem Wasser zu befördern, ist es gut, viel Wasser zuzusetzen. Man vermischt in einem Uhrglase das Gemenge von Serum und Blutkörperchen des Frosches mit Wasser, so daß das Gläschen voll wird. Nun wartet man eine kurze Zeit, bis sich die Blutkörperchen zu Boden gesenkt haben, und senkt nun das volle Uhrglas in ein größeres Glas mit Wasser vorsichtig so ein, daß der Satz des Uhrglases nicht aufgerüttelt und zerstreut wird. So läßt man das Glas 12—24 Stunden stehen, worauf der rothe Satz weiß geworden ist. Mikroskopisch untersucht zeigt sich nichts mehr von den frühern elliptischen Blutkörperchen, dagegen eine große Menge viermahl kleinerer, rundlicher, nur zum kleinsten Theil ovaler Körperchen. Untersucht man den Satz in den Zwischenzeiten von 12—24 Stunden, so kann man sich überzeugen, daß der Färbestoff in dem Maaße, als er sich im Wasser auflöst und dasselbe färbt, sich von den elliptischen Blutkörperchen entfernt hat, so daß sie immer kleiner werden, während der Kern derselbe bleibt, bis zuletzt der im Wasser unauflösliche farblose Kern übrig bleibt. Mit diesem weißen Satze kann man dann weiter kleine Versuche anstellen. Im Wasser, sich selbst überlassen, löst er sich nicht auf, sondern bildet zuletzt ein schleimiges, noch aus denselben kleinen Kügelchen bestehendes Wesen auf dem Boden des Glases. In Alkalien wird dieser Satz aufgelöst, Essigsäure verändert ihn in langer Zeit nicht. Der

Action der galvanischen Säule ausgesetzt, verhält er sich so wie eine Auflösung von Eidotter, wie später ausgeführt werden soll. — Daß sich der Färbestoff der Blutkörperchen ganz und in allen Verhältnissen im Wasser auflöst, wie Berzelius gegen Prevost und Dumas bemerkt, und daß er nicht in kleinen Fragmenten im Wasser suspendirt ist, davon kann man sich nicht allein am Blute des Menschen und der Säugethiere, sondern noch viel sicherer an den Blutkörperchen des Frosches überzeugen. Was aus den Kernen der Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere wird, wenn die Blutkörperchen mit Wasser gemengt werden, läßt sich wegen ihrer außerordentlichen Kleinheit nicht ausmitteln, und es ist nach Analogie des Froschblutes nur wahrscheinlich, daß die im Wasser unauflöslichen Kerne im Wasser suspendirt bleiben, wenn man geschlagenes und von Gerinnsel befreites Säugethierblut mit so viel Wasser verdünnt, daß aller Färbestoff der Blutkörperchen sich auflöst. Beim Gerinnen des ungeschlagenen Säugethierblutes bleiben die Kerne der Blutkörperchen mit dem rothen Coagulum verbunden, es fragt sich indeß, ob sie nicht, wenn der Färbestoff aus diesem Coagulum ausgewaschen wird, größtentheils sich mit ablösen. — Berzelius scheint die Unlöslichkeit des Färbestoffes im Serum von dessen Eiweißgehalt abzuleiten und bemerkt, daß, wenn Wasser, womit der Blutkuchen ausgewaschen worden, Färbestoff absetzt, dies von anhängendem Serum herrühre. Ich theile ganz die Ansicht des großen Chemikers, daß der Färbestoff der Blutkörperchen im Wasser in allen Verhältnissen löslich ist; indessen glaube ich, daß die Nichtauflösung des Färbestoffes im Serum weniger von der Auflösung des Eiweißes im Serum als von der Auflösung der Salze im Serum herrührt. Denn wenn ich auf dem Objectträger des Mikroskopes zu einem Tröpfchen Froschblut einige Tropfen von einer wässerigen Auflösung von Eidotter zusetzte, so sah ich die Blutkörperchen fast eben so schnell ihre Gestalt verändern und rund werden, als wenn ich reines Wasser zusetzte. Wenn ich aber zu einem Tropfen Froschblut Tropfen von einer Auflösung eines solchen Salzes brachte, welches das Blut nicht zersetzt, z. B. von unterkohlensaurem Kali oder von Kochsalz, so veränderte sich die Form und Größe der Blutkörperchen durchaus nicht. Auch Zuckerwasser

wirkt wie Salzauflösung. Die Natur der Blutkörperchen wird sehr aufgeklärt durch ihr Verhalten gegen verschiedene Reagentien, was man mit dem zusammengesetzten Mikroskope an den großen Blutkörperchen der Frösche und Salamander allein deutlich beobachten kann. Man kann hierzu Tropfen frischen Froschblutes nehmen. Da sich indessen in diesen ein Gerinnsel bildet, so ist es besser, wenn man sich auf die früher angezeigte Art durch Entfernen des Gerinnsels ein bloßes Gemenge von Serum und Blutkörperchen des Froschblutes bereitet. Man bringt ein Tröpfchen davon auf den Objectträger des Mikroskopes und breitet ihn aus, daneben bringt man einen Tropfen von einem Reagens. Während man nun observirt, bringt man beide Tropfen mit einander in Verbindung und betrachtet die Veränderungen der Blutkörperchen; oder man betrachtet zuerst die Blutkörperchen für sich, setzt dann das Reagens auf dem Objectträger hinzu und betrachtet sie wieder. Dieser Methode habe ich mich beständig bei den folgenden Untersuchungen bedient. Sehr merkwürdig ist die augenblickliche Veränderung der Blutkörperchen durch reines Wasser. Die Blutkörperchen des Menschen werden davon undeutlich, man sieht wegen der Kleinheit das Nähere nicht, doch glaube ich bemerkt zu haben, daß sie von ihrer Plattheit verlieren. Denn ich konnte beim Vorbeifließen der Blutkörperchen unter dem Mikroskop keine mehr erkennen, die einen scharfen Rand bei veränderter Stellung sehen ließen. Am Froschblute sieht man aber alles genau. So wie ein Tropfen Wasser mit einem Tropfen Blut in Berührung kommt, werden augenblicklich die elliptischen platten Körperchen rund und verlieren von ihrer Plattheit, so daß sich beim Vorbeifließen keine mehr aufstellen und einen scharfen Rand sehen lassen. Ob sie dabei aufschwellen, weiß ich nicht; sie werden kleiner als der Längendurchmesser der Ellipse war, aber doch größer als die Breitendurchmesser derselben. Viele zeigen sich ungleich, uneben, verschoben, die meisten sind rundlich, aber ungenau. Der Kern hat sich durch die Berührung des Wassers bei vielen verschoben, er wird nicht mehr in der Mitte, sondern an der Seite gesehen, in andern fehlt er ganz, dieser sind jedoch nur wenige, und diese scheinen durch die gewaltsame Veränderung, welche sie vom Wasser er-

litten haben, ihre Kerne ausgetrieben zu haben; denn man sieht, sowie Blutkörperchen ohne Kerne, so auch elliptische Kerne ohne Hülle auf dem Sehfelde zerstreut, aber wenig zahlreich. Von den erwähnten kleinern Kügelchen des Froschblutes unterscheiden sich diese wenig zahlreichen ausgetriebenen Kerne durch ihre elliptische Gestalt. Nach und nach, wenn man noch Wasser zusetzt, verändert sich auch die Größe der rund gewordenen, zum Theil noch kernhaltigen, zum kleinsten Theil kernlosen Blutkörperchen. Sie werden unter den Augen des Beobachters kleiner, zerfließen, und zuletzt nach einiger Zeit ist nichts mehr als die Kerne übrig, die sich im Wasser nicht auflösen. Ich habe schon bemerkt, daß Wasser, worin unterkohlensaures Kali, Kochsalz, Zucker aufgelöst worden, nicht im Geringsten die Form und Größe der Blutkörperchen verändert. Bringt man Blutkörperchen des Frosches von dem vom Gerinnsel befreiten Gemenge von Blutkörperchen und Serum mit verdünnter oder concentrirter Essigsäure unter dem Mikroskop in Berührung, so werden sie augenblicklich unförmlich, zum Theil rund, und ihre Färbestoffhülle wird in einigen Minuten aufgelöst, so daß nur die elliptischen Kerne übrig bleiben. Dies sind nicht etwa zusammengeschrumpfte Blutkörperchen, sondern es sind die unveränderten Kerne, die man schon früher sah, und um welche herum die Färbestoffhülle sichtbar kleiner wird, bis sie ganz aufgelöst ist. Diese Kerne entsprechen den Umrissen des ganzen Blutkörperchens. Beim Frosche scheinen sie nicht platt zu seyn, wenigstens nicht merklich, beim Salamander habe ich dagegen die Kerne nach der Behandlung der Blutkörperchen mit Essigsäure ganz deutlich platt gesehen, so platt wie die Blutkörperchen selbst. Beim Frosche sind sie ungefähr noch einmahl so lang als breit, obgleich es auch einzelne giebt, die sich der runden Form mehr nähern; beim Salamander sind die Kerne länglicher und haben fast parallele Seiten, das obere und untere Ende sind abgerundet. — Versetzt man ein vom Gerinnsel befreites Gemenge von Blutkörperchen und Serum des Frosches in einiger Quantität mit Essigsäure unter Umrühren, so erleiden die Blutkörperchen dieselbe Veränderung; aber man sieht nun auch, daß die Kerne, welche sich zu Boden setzen, ein hellbraunes Pulver bilden, welches sich in mehreren Tagen nicht auflöst und, mikroskopisch un-

tersucht, noch aus demselben unveränderten Kerne der Blutkörperchen besteht. Faserstoff und Eiweiß wird sonst in Essigsäure nicht braun, sondern durchsichtig und allmählig davon etwas aufgelöst. Indessen scheint die braune Farbe des Pulvers von noch etwas anhängendem und vielleicht chemisch verändertem Färbestoffe herzurühren; denn die Kerne der Blutkörperchen, welche man durch Behandlung der Blutkörperchen mit Wasser in größerer Quantität auf die angezeigte Art erhält, sind weiß und bleiben mit Essigsäure begossen ein weißer Satz. Die hierzu angewandte Essigsäure war als chemisch rein geprüft und etwas mehr concentrirt als die Essigsäure der preuß. Pharmakopöa. — Salzsäure löste unter dem Mikroskope sehr schnell die Blutkörperchen bis auf ihre Kerne auf, welche zurückbleiben. In Chlorgas wurden die Blutkörperchen des Frosches zuerst braun, dann weiß, indem zugleich das Eiweiß des Serums zerrann, bei mikroskopischer Untersuchung zeigten sich die Blutkörperchen ein wenig verkleinert, aber nur eingeschrumpft. **Liquor stibii muriatici** und eine **Solutio mercurii muriatici corrosivi** lösten weder die Kerne noch die Hülle auf und machten die Blutkörperchen nur verschrumpft und verbogen, ebenso wirkt Galläpfeltinctur. Eine verdünnte Auflösung von salzsaurem Eisenoxyd brachte in den Blutkörperchen gar keine Veränderung hervor. — **Liquor kali caustici** veränderte die Form der Blutkörperchen nicht, sondern machte sie in ihren natürlichen Dimensionen immer kleiner, so daß sehr schnell, nicht allein die Hülle, sondern auch der Kern ohne Spur aufgelöst wurde. **Liquor ammonii caustici** löste die Körperchen noch schneller auf und veränderte im Momente der Berührung schon die Körperchen ins Runde. Auch die Kerne wurden spurlos aufgelöst. Alkohol veränderte die Körperchen nicht, sie schrumpften nur ein wenig ein und wurden undeutlich wegen der Kügelchen von Eiweiß, die sich durch Gerinnung aus dem Serum bilden und das Gesichtsfeld trüben. — Strychnin und Morphium brachten in den Körperchen keine Veränderung hervor. Die Blutkörperchen sind im arteriösen und venösen Blute von gleicher Form und gleicher Größe, was mit den Angaben des sonst genauen Kaltenbrunner im Widerspruch steht, welcher behauptet, daß die Blutkörperchen in den Capillargefäßen etwas anschwellen, und daß ihre

Ränder weniger umschrieben werden und etwas zerfließen. Ich fand auch, daß die Form der Blutkörperchen durchaus nicht verändert war, als ich Fröschen die Lungen ganz unterband und darauf abschnitt, worauf sie noch 30 Stunden lebten, wahrscheinlich durch Athmen mit der Haut, wie die Fische in v. Humboldts und Provençals Versuchen. Es schien mir von großem Interesse, die Einwirkung des Sauerstoffgases und des Kohlensäuregases auf die Blutkörperchen zu untersuchen. Da die Form der Blutkügelchen sich von Wasser sogleich verändert, so mußte Quecksilber zur Sperrung des Apparates angewandt werden. Für die reine Bereitung der anzuwendenden Gase sorgte Herr Apotheker Keller. Ich bediente mich zum Versuch einer an einem Ende verschlossenen, 5½ Zoll langen und 4½ Linien weiten Glasröhre, die am offenen Ende bequem und fest durch den Finger verschlossen werden konnte. Diese Röhre füllte ich mit Quecksilber, so daß nur ein kleiner Theil der Röhre mehrere Linien hoch leer blieb. Diesen füllte ich mit Froschblut, das also über dem Quecksilber stand. Nun schloß ich die Röhre mit dem Finger und drehte sie in Quecksilber um, so daß das Blut in den obern Raum der Röhre stieg. Dann leitete ich das Gas in die Röhre unter Quecksilber, bis der größte Theil des Quecksilbers aus der Röhre verdrängt war. Da die Röhre mit dem Finger festgeschlossen werden konnte, so konnte sie herausgehoben, und der Inhalt (Gas, Blut und etwas Quecksilber) vorsichtig geschüttelt werden, worauf sie wieder in Quecksilber gestellt wurde. Auf diese Art stellte ich den Versuch mit Sauerstoffgas und mit Kohlensäuregas an. Ersteres machte die Farbe des Froschblutes heller roth, letzteres machte es auffallend dunkler und zwar schmuzig violett, fast schwärzlich. Das Blut in Kohlensäuregas gerann viel später als das in Sauerstoffgas, was indeß vielleicht zufällig war und eine öftere Wiederholung dieses auf die angestellte Art leichten und zuverlässigen Versuchs wünschenswerth macht. Mit dem Gase blieb das Blut ¾ Stunden in Berührung. Es wurden dann Blutkügelchen von beiderlei Blut, das zum Theil geronnen, zum Theil flüssig war, neben einander auf den Objectträger des Mikroskopes gebracht und verglichen, allein sie zeigten weder den geringsten Unterschied unter sich, noch von

Blutkörperchen andern Froschblutes, Form und Größe war unverändert.

Untersuchung des Faserstoffes im Blute.

§. 691, ††. Die gewöhnliche Ansicht von der Gerinnung des Blutes ist, daß das rothe Gerinnsel sich durch Aggregation der Blutkörperchen bilde, und daß die Blutkörperchen eben die Faserstoffkügelchen sind, die von einer Hülle von Färbestoff bekleidet werden, die nach der Coagulation von den aggregirten Faserstoffkügelchen ausgewaschen werden kann, worauf weißes Coagulum zurückbleibt. Diese Ansicht haben besonders Home und Prevost und Dumas vorgetragen, und Dutrochet hat sie bei seinen neuern Untersuchungen über das Verhalten des Blutes zu der galvanischen Säule vorausgesetzt. Berzelius hat indeß aus dem Umstande, daß die Lymphe aufgelösten Faserstoff enthält, vermuthet, daß auch das Blut aufgelösten Faserstoff enthalten müsse, weil die Lymphe gleichsam eine von dem Blut abgeseihte Flüssigkeit sey. Man könnte als noch triftigern Grund hinzufügen, weil die Lymphe selbst ins Blut gelangt. Berzelius stellte daher vermuthungsweise die Ansicht auf, daß beim Gerinnen des Blutes der im Blut aufgelöste Faserstoff fest werde und die Blutkörperchen zwischen sich nehme. Ich bin so glücklich gewesen, einen definitiven Beweis für Berzelius Vermuthung zu finden, und ich bin im Stande, zu zeigen, daß das rothe Coagulum des Blutes nur ein Gemenge von Faserstoff, der vorher aufgelöst war, und von Blutkörperchen ist. Ehe ich aber die entscheidenden Versuche hierüber mittheile, möge mir erlaubt seyn, vorher meine fruchtlosen Bemühungen zur Entscheidung jener Frage zu erwähnen. Da die Blutkörperchen des Menschen durch das Filtrum gehen, so kam es darauf an, einen Apparat anzuwenden, der feinere Poren hat und doch Flüssigkeit durchläßt, während er die Blutkörperchen zurückhält. Dies sind thierische Membrane, auf welche starker Luftdruck wirkt. Ich spannte eine feuchte Thierblase über eine weite Glasröhre, die auf den Recipienten der Luftpumpe luftdicht eingeschraubt werden konnte, so daß ihr mit der Blase verschlossenes Ende in den luftleeren Raum hineinragte, während das in die Röhre gebrachte Blut dem Luft=

druck ausgesetzt war. Enthält nun das Serum aufgelösten Faserstoff, und geht das Serum vor der Gerinnung des Blutes bei schnellem Auspumpen schon durch die Blase nach dem luftleeren Raume, so muß sich farbloses Gerinnsel in dem durchgedrungenen Serum bilden. Um die gehörige Dünne der Thierblase für diesen auf eine sehr kurze Zeit berechneten Versuch zu finden, stellte ich mehrere Probeversuche mit Flüssigkeit, welche Kügelchen enthält, mit Milch, an. Zu dünne Blasen zersprangen sogleich, zu dicke ließen das Flüssige nicht schnell genug durch. Nachdem ich nun das rechte Maaß gefunden zu haben glaubte, stellte ich den Versuch mit dem Blute des Kaninchens an, dem die Halsgefäße durchschnitten wurden, so daß das Blut sogleich in Masse von der Röhre aufgefangen wurde, und unmittelbar darauf das Auspumpen begann. Innerhalb 4 Minuten ging ein starker Tropfen Serum durch die Blase durch. Dies Serum war ganz leichtroth gefärbt, aber durchscheinend, es gerann nicht. Bei mikroskopischer Untersuchung desselben zeigte sich, daß doch einige, aber nur wenige Blutkörperchen durchgedrungen waren. Man würde aus diesem Versuche mit Unrecht schließen, daß das Serum keinen Faserstoff aufgelöst enthält. Denn die Dauer des Versuchs, 4 Minuten bis zum Durchgange des Serums, ist viel zu groß, und innerhalb 2 Minuten ist das Kaninchenblut außer den Adern schon vollständig geronnen. Um diesen Versuch besser anzustellen, müßte man Blut anwenden, welches weniger schnell gerinnt, und man müßte die Gerinnung durch Zusatz von unterkohlensaurem Kali aufhalten. Indeß habe ich einen viel bessern Weg zur definitiven Entscheidung der Frage gefunden. — Ich habe zuerst bemerkt, daß, wenn man Froschblut in ein Uhrglas auffängt, vor der Bildung des ganzen Blutcoagulums schon farblose wasserhelle Gerinnsel entstehen, die man am Rande mit der Nadel hervorziehen kann; so sieht man auch Puncte und kleine Läppchen von farblosem wasserhellem Gerinnsel, wenn man das Blut 1—2 Minuten nach dem Ausflusse vom Boden des Uhrglases abfließen läßt. Diese kleinen farblosen Gerinnsel bleiben dann am Boden hängen. Um den Einwurf zu beseitigen, daß beim Abschneiden des Froschschenkels, wodurch man am leichtesten einen Blutfluß verursacht, Tropfen Lymphe mit ausgeflossen wären, deren

aufgelöster Faserstoff diese Erscheinung bewirkt hätte, sammelte ich das Blut fernerhin aus der Schenkelarterie, beim Frosche die Art. ischiadica, welche an der hintern Seite des Oberschenkels zwischen den Muskeln verläuft, und die man sogleich auffindet, da sie neben dem großen Nervus ischiadicus, dem Schenkelnerven, wie die Physiker ihn gewöhnlich nennen, liegt. Diese Arterie legte ich bloß und sammelte das Blut unter mancherlei vorsichtigen Handgriffen allein aus diesem Gefäße, so daß ich sicher seyn konnte, daß ich reines Blut hatte. Eben so sammelte ich das Blut aus dem bloßgelegten und angeschnittenen Herzen. Jedesmahl bemerkte ich vor dem vollständigen Gerinnen des Blutes das Entstehen kleiner wasserheller Gerinnsel. Brachte ich einen Tropfen reinen Blutes unter das Mikroskop und verdünnte ihn mit Serum, so daß die Blutkörperchen ganz zerstreut aus einander lagen, so konnte ich bei mikroskopischer Beobachtung sehen, daß zwischen den Blutkörperchen in den Zwischenräumen ein Gerinnsel von vorher aufgelöstem Stoff entstand, durch welches nun allein die ganz zerstreuten Blutkörperchen zusammenhängen. So konnte ich alle Blutkörperchen, so zerstreut sie auch waren, und so groß auch die Zwischenräume zwischen ihnen waren, doch zu gleicher Zeit verschieben, wenn ich mit der Nadel das die Zwischenräume ausfüllende Faserstoffgerinnsel zerrte. Da die Blutkörperchen des Frosches bei starken Vergrößerungen so ungemein groß erschienen, so läßt diese Beobachtung die größte Deutlichkeit zu, und es bleibt kein Zweifel übrig. — Es giebt indessen noch eine viel leichtere und sogar noch sicherere Art, sich zu überzeugen, daß Faserstoff im Froschblut aufgelöst ist. Da ich aus Erfahrung wußte, daß die Blutkörperchen des Frosches ungefähr viermahl größer sind als die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere, so schloß ich, daß das Filtrum sie vielleicht zurückhält, während es die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere durchläßt. So ist es, und auf diese einfache Auskunft kam ich, wie es gewöhnlich geschieht, erst zuletzt, und nun freue ich mich, durch einen leichten Versuch in den Vorlesungen zeigen zu können, daß Faserstoff im Blut aufgelöst ist, der wasserhell durchs Filtrum geht und dann gerinnt. Der Versuch läßt sich ganz im Kleinen mit dem Blut eines einzigen Frosches anstellen, ein kleines gläser-

nes Trichterchen und ein Filtrum von gewöhnlichem weißem Filtrirpapier oder nicht zu dünnem Druckpapier sind das einzige, was man nöthig hat. Das Filtrum muß natürlich vorher naß seyn, und es ist gut, wenn das eingegossene frische Blut des Frosches schnell mit eben so viel Wasser versetzt wird. Was dann von dem Filtrum abfließt, ist ein fast ganz farbloses klares Serum von Wasser verdünnt, mit einem ganz leichten Anflug von Roth, von Färbestoff, der von dem zugesetzten Wasser aufgelöst worden. Da indessen die Auflösung des Blutrothes von Froschblut durch Wasser ziemlich langsam geschieht, so ist das Durchgeseihte kaum röthlich zu nennen und zuweilen ganz farblos. Wendet man statt des zugesetzten Wassers Zuckerwasser an (1 Theil Zucker auf 200 Wasser), so wird während der Filtration gar kein Blutroth aufgelöst, und das Durchgehende ist vollkommen farblos und ohne die geringste Spur von Beimischung. Untersucht man das durchgehende verdünnte Serum mit dem Mikroskop, so bemerkt man keine Spur von Kügelchen darin. In diesem klaren Serum entsteht nun innerhalb einiger Minuten ein wasserhelles Coagulum, so klar und durchsichtig, daß man es nach seiner Bildung nicht einmahl bemerkt, wenn man es nicht mit einer Nadel aus der Flüssigkeit herauszieht. Nach und nach verdichtet es sich und wird weißlich fadenartig, es sieht dann gerade so aus wie das Coagulum der menschlichen Lymphe in meinen Beobachtungen. Auf diese Art erhält man den Faserstoff von Blut im reinsten Zustande, wie er bisher nicht dargestellt werden konnte. Um die rechte Sorte Filtrirpapier zu finden, muß man erst einige Proben machen. Ist das weiße Filtrirpapier zu dünn, so gehen einige wenige Blutkörperchen mit durchs Filtrum, die man erst bei mikroskopischer Untersuchung in dem klaren farblosen Coagulum hier und da eingeschlossen findet. Hat man erst die rechte Sorte von Filtrum ausgefunden, so erhält man ein Coagulum von Faserstoff, worin auch keine Spur eines Blutkörperchens vorkommt. Es versteht sich von selbst, daß nicht aller im Blut aufgelöste Faserstoff auf diese Art erhalten wird, der größte Theil gerinnt innerhalb des Filtrums, weil er nicht vor seiner Gerinnung durchs Filtrum gelangen kann. Zu einem rohen Versuche kann man das Blut nehmen, wie man es nach der Amputation

eines Froschbeines im Knie erhält, und es sogleich in das mit etwas kaum süßlich schmeckendem Zuckerwasser versetzte Filtrum träufeln lassen. Allein dieser Versuch ist roh, weil hier etwas von der Lymphe ausfließen kann. Um mit reinem Blute des Frosches zu experimentiren, muß man das Blut des Frosches aus dem bloßgelegten und durchschnittenen Herzen selbst austräufeln lassen. Der Faserstoff, den man in diesen Fällen erhält, ist nicht deutlich körnig, sondern ganz gleichartig, erst wenn er sich sehr zusammengezogen hat und weißlich geworden ist, sieht man mit dem zusammengesetzten Mikroskop ein ganz undeutliches sehr feinkörniges Wesen, ein Anschein, der aber auch von Ungleichheiten der Oberfläche herrühren kann. — Läßt man die durchs Filtrum gehende Flüssigkeit in ein Uhrglas, das mit Essigsäure gefüllt ist, träufeln, so gerinnt der Faserstoff in der Essigsäure nicht und bleibt darin aufgelöst. Enthält das auffangende Uhrglas gesättigte Kochsalzauflösung, so gerinnt der Faserstoff des Frosches darin entweder gar nicht, oder nur zum sehr kleinen Theil, sowie Kochsalzauflösung dem frischen Froschblute zugesetzt die Gerinnung desselben außerordentlich lange aufhält, was auch unterkohlensaures Kali dem frischen Froschblut in Auflösung zugesetzt verursacht, ohne die Gerinnung desselben aufzuheben. — Läßt man die vom frischen Blute durchs Filtrum gehende Flüssigkeit in ein Uhrglas träufeln, worin sich Liquor kali caustici befindet, so gerinnt der Faserstoff nicht zu einem Klümpchen, sondern ganz allmählig entstehen ganz kleine Flocken, die man aber nur bemerkt, wenn man recht genau zusieht. Solche kleine Flocken entstehen noch deutlicher, wenn man die Flüssigkeit in ein Uhrglas, das mit Schwefeläther angefüllt ist, träufeln läßt und im Maaß der Verdünstung des Äthers neuen Äther zusetzt. Das Verhalten des aufgelösten Faserstoffes von Froschblut zu Kali causticum ist ein wichtiger Unterschied von dem Eiweiß des Serums, das von Kali causticum nicht Kügelchen und kleine Flocken absetzt. Auch das Verhalten zum Äther ist wichtig; denn nach Tiedemann und Gmelin gerinnt zwar das Eiweiß des Eies von Äther, nicht aber das Blutserum. Von Liquor ammonii caustici setzt der aufgelöste Faserstoff des Froschblutes kein Kügelchen und keine Flocken ab. — Alle diese Umstände scheinen mir sehr der Beachtung werth, da noch Nie-

mand bisher mit frischem aufgelöstem Faserstoffe Versuche anstellen konnte. Alles, was wir bisher vom Faserstoffe kennen, ist durch Behandlung des geronnenen Faserstoffes und des geronnenen und wieder durch Reagentien aufgelösten Faserstoffes ermittelt. — Prevost und Dumas haben die Quantität der Kügelchen im Blute verschiedener Thiere aus der Menge des rothen getrockneten Coagulums zu bestimmen gesucht, und diese Untersuchungen sind sehr dankenswerth. Berzelius hat indeß bereits bemerkt, daß das Resultat einer solchen quantitativen Analyse nie genau ausfallen kann, weil das Coagulum eine große Menge Serum in sich einschließt, das beim Trocknen sein Eiweiß und seine Salze zurückläßt, während das Abwaschen nicht allein Serum, sondern auch Blutroth auswaschen würde. Da aber Prevost und Dumas von der Voraussetzung ausgingen, daß der Faserstoff des Blutes von den Blutkörperchen herrührt, so bedürfen ihre Resultate einer neuen Correction. Was sie nämlich Menge der Kügelchen nennen, muß Summe der Kügelchen und des vorher aufgelösten Faserstoffes heißen. Mit dieser Correction behalten die zahlreichen quantitativen Bestimmungen der beiden Naturforscher ihren Werth. Diese Correction ist auch bei den sonst sehr dankenswerthen quantitativen Analysen von Lecanu über die Menge der Kügelchen in verschiedenen Temperamenten und Geschlechtern nöthig. Um die Menge des Faserstoffes im Blute verschiedener Thiere zu bestimmen, bedarf es ganz neuer Untersuchungen. Das beste Mittel dazu ist das Schlagen des Blutes. — Durch Schlagen des Blutes läßt sich der vorher aufgelöste Faserstoff des Blutes als farbloses oder fast farbloses Gerinnsel erhalten, während die Blutkügelchen unverändert im Serum suspendirt bleiben. Untersucht man das Blut nach dem Schlagen, so hat es ganz noch sein natürliches Ansehen, man findet die Blutkügelchen gleichförmig schwebend und, wofern kein Wasser zum Blute gekommen ist, unverändert. Ich weiß nicht, woran es liegt, daß Berzelius das Gegentheil sagt. Er bemerkt nämlich, daß, wenn man nach dem Schlagen das Blut mit dem zusammengesetzten Mikroskop untersuche, es kein Blutkügelchen mehr, sondern kleine ungelöste, zerriebene rothe Körperchen enthalte, die in einer gelben Flüssigkeit schwimmen, und die Ber-

zelius für Theile der Färbestoffhülle ansieht. Sie gehen beim Filtriren durchs Papier; dies thun indeß auch die Blutkügelchen des frischen Blutes von höhern Thieren. Berzelius sagt, daß, wenn man das geschlagene Blut mehrere Tage lang bei 0° aufbewahre, diese rothen Körperchen langsam zu Boden sinken, und die Flüssigkeit sich über ihnen aufklärt, wiewohl sie zuweilen noch durch einen kleinen Theil ungelösten Färbestoffes röthlich bleibt. Mit der Hochachtung, die ich gegen diesen großen Mann hege, muß ich doch bemerken, daß ich die Blutkügelchen in dem geschlagenen Blute, so lange kein Wasser dazu kommt, ganz unverändert wiederfinde. Ich habe sie vom Kalbe und Ochsen in diesem Zustande mit dem Frauenhoferschen Mikroskop und noch einem andern Instrumente untersucht und sie weder in der Größe noch in der Form verändert gefunden, so daß ich sogar noch eben so gut ihre Abplattung erkennen konnte wie im frischen Blute. Bei 15° C. erhielt solches Blut sein natürliches Ansehen mehrere Tage lang, so daß die Kügelchen noch schwebend erhalten wurden. Sie sanken nicht zu Boden. Das gelbliche Serum stand nach 12 Stunden nur eine Linie über dem Niveau der schwebenden Kügelchen, und nach 2 Tagen hatten sie sich in dem gehörig weiten und 8 Zoll hohen Gefäße nur 2—2½ Linien unter das Niveau des Serums gesenkt. Dies Verhalten hängt offenbar von dem großen specifischen Gewichte des Serums vom Blute höherer Thiere ab. Die Blutkörperchen des Frosches senken sich in einem Gemenge von Blutkörperchen und Serum schnell ganz zu Boden. Setzt man zu geschlagenem Blute Wasser, so löst sich ein Theil des Färbestoffes auf, und ein Theil der Blutkörperchen sinkt zu Boden und bildet einen Satz. Ich habe schon oben angegeben, daß es zur Erklärung der Crusta inflammatoria durchaus nöthig ist, das specifische Gewicht des Serums vom entzündlichen Blute zu kennen. Hier folgt das Resultat einer Untersuchung über das specifische Gewicht der verschiedenen Bestandtheile des Ochsenblutes. Ein Gläschen mit eingeriebenem Stöpsel, welches 195$\frac{13}{16}$ Gran destillirten Wassers hielt, faßte 200½ Gran Serum von Ochsenblut, 207 Gran geschlagenen vom aufgelösten Faserstoff befreiten Ochsenblutes (Kügelchen und Serum). Hieraus ergeben sich die specifischen Gewichte des vom aufgelösten Faserstoffe be-

freiten Ochsenblutes 1,057, des bloßen Serums 1,024. — Das Schlagen des Blutes gewährt den außerordentlichen, durch keinen Kunstgriff zu ersetzenden Vortheil, die unversehrten Blutkörperchen von dem vorher aufgelösten Faserstoff abzuscheiden. Filtrirt man durch Leinentuch die aufgeschwemmten Theile ab, und wäscht man den Faserstoff von anhängendem Serum sorgfältig ab, so hat man nach dem Trocknen desselben die sichere bestimmte Menge des Faserstoffes in einer gewissen Menge Blut. Dagegen läßt sich die Menge der Blutkörperchen nicht sicher bestimmen. Wenn man die Menge des rothen Coagulums in 100 Theilen bestimmt hat und die Menge von Faserstoff in 100 Theilen Blut davon abzieht, so erhält man zwar die Menge der in diesem Coagulum enthaltenen Kügelchen, allein zugleich eine unbestimmte Menge Eiweiß von Serum, das im Coagulum eingeschlossen war, und dessen Eiweiß und Salze beim Trocknen zurückbleiben. Es giebt einen Ausweg, den Lecanu zur Bestimmung der Menge des Blutrothes vorgeschlagen hat, allein er geht auch von einer Voraussetzung aus. Man bestimmt die Menge von Eiweiß im Serum von Blut, man trocknet geschlagenes Blut, von Faserstoff befreit, ein und bestimmt die Menge Wasser, die es verliert. Wenn man nun voraussetzt, daß dieses Wasser ganz gleichförmig so viel Eiweiß aufgelöst enthielt, als man von Serum gefunden hat, wenn man also annimmt, daß das die Substanz der Blutkörperchen durchdringende Wasser auch gleichviel Eiweiß enthielt, so kann man die Menge des im eingetrockneten Gemenge von Serum und Blutkörperchen des geschlagenen Blutes befindlichen Eiweißes bestimmen, und es bliebe die Quantität der Blutkörperchen übrig. — Da sich die Quantität des vorher aufgelösten Faserstoffes allein nur sicher, und zwar aus geschlagenem Blute, bestimmen läßt, so habe ich mich nur damit beschäftigt. Von 3627 Gran geschlagenen Ochsenblutes erhielt ich 18 Gran Faserstoff im getrockneten Zustande, von 3945 Ochsenblut, das nicht geschlagen wurde, 641 Gran rothen Coagulums im getrockneten Zustande, dies macht auf 100 Theile Ochsenblut 16,274 Theile trockenen rothen Coagulums, worin 0,555 Faserstoff enthalten sind. — Prevost und Dumas haben im arteriellen Blute mehr Blutkügelchen gefunden als im venösen, dies muß auch wieder heißen

mehr rothes Coagulum. Da beständig Lymphe mit aufgelöstem Faserstoffe von den Organen kommt, so kann es erwartet werden, daß das Arterienblut mehr Faserstoff als das Venenblut enthalten müsse. So hat es auch Mayer gefunden in mehreren Versuchen. Es schien mir indeß nothwendig, selbst mich hierüber durch einen Versuch zu vergewissern. Von einer Ziege sammelte ich aus der Jugularvene 1392 Gran, kurz darauf aus der Carotis 3004 Gran Blut. Beide Blutarten wurden geschlagen, wobei das Ausspritzen des Blutes sorgfältig verhindert wurde. Das Arterienblut lieferte $14\frac{1}{2}$ Gran, das Venenblut $5\frac{1}{2}$ Gran trockenen Faserstoffes. Das Arterienblut der Ziege enthielt also 0,484 Proc., das Venenblut 0,395 Proc. aufgelösten Faserstoff. — Die Materie, welche bisher als Faserstoff des Blutes chemisch untersucht worden ist, ist der im Blute aufgelöste Faserstoff, der, im Falle das Blut geschlagen wurde, rein erhalten ward, im Falle der Faserstoff aus rothem ausgewaschenem Coagulum erhalten wurde, auch noch die Kerne der Blutkörperchen enthalten konnte, vorausgesetzt, daß die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere wirklich Kerne enthalten. Der Betrag dieser Kerne kann indeß nicht groß seyn; denn wenn man rothes Coagulum auf dem Filtrum auswäscht, so erhält man nicht mehr Faserstoff, als wenn man Blut schlägt. Es könnte seyn, daß diese jedenfalls außerordentlich kleinen Kerne beim Auswaschen größtentheils sich von dem Coagulum ablösen und in Färbestoffauflösung mit suspendirt enthalten sind, so wie man beim bloßen Rütteln des rothen Coagulums vom Frosche selbst eine außerordentliche Menge sich ablösender unveränderter ganzer Blutkörperchen mit Serum erhält. In einer Färbestoffauflösung können diese Kerne nicht leicht mit dem Mikroskop entdeckt werden, wenn sie wirklich darin enthalten sind. Wenn man von Menschenblut einen Tropfen mit mehreren Tropfen Wasser unter dem Mikroskope verdünnt, so werden die Blutkörperchen bald ununterscheidbar, der Färbestoff löst sich im Wasser auf, ohne daß man deutlich Kerne zum Vorscheine kommen sieht, und vermischt man einen Tropfen Menschenblut mit Essigsäure unter dem Mikroskope, so sieht man nur mit genauer Noth noch Spuren der Blutkörperchen. Ob die Kerne der Blutkörperchen, die ich vom Froschblute erhalten habe, Faserstoff sind oder nicht, weiß ich nicht;

sie haben die allgemeinen Eigenschaften des geronnenen Faserstoffes und geronnenen Eiweißes, sie lösen sich leicht in Alkalien und schwer in Säuren, selbst in Essigsäure verändern sie sich innerhalb eines Tages nicht, da Essigsäure sonst vom Faserstoffe ziemlich leicht etwas aufnimmt. In Essigsäuren bilden die Blutkörperchen des Frosches, in kleinen Mengen zugesetzt, ein braunes Pulver, das, mikroskopisch untersucht, nichts mehr von der Färbestoffhülle, sondern nur elliptische Kerne zeigt. So verhält sich Faserstoff gegen Essigsäure nicht, der darin durchsichtig wird und farblos erscheint. Indeß kann die braune Färbung der ellipsoidischen Kerne vielleicht auch von anhängendem Färbestoffe herrühren. Wenigstens färbte sich der weiße Satz von Kernen der Blutkörperchen des Frosches nicht, welchen man erhält, wenn man ein Gemenge von Serum und Blutkörperchen mit vielem Wasser verdünnt. Die braune Färbung der Kerne der Blutkörperchen in Essigsäure erinnert mich an eine Stelle in Berzelius Thierchemie, worin bemerkt wird, daß concentrirte Essigsäure den Färbestoff der Säugethiere in eine braune, zitternde Gallerte verwandelt, die sich durch Digestion mit Wasser zu einer rothbraunen halb klaren Flüssigkeit auflöst, wobei aber eine schwarze Substanz ungelöst zurückbleibt. — Man erlaube mir noch eine Bemerkung über die Cholera. Gesundes Blut von Menschen und von Thieren enthält keine Säure, die Hermann behauptete und im Blute der Cholerakranken vermißte; das Serum reagirt offenbar alkalisch beim Menschen und bei Säugethieren, dagegen das Serum des Froschblutes so sehr undeutlich gegen Pflanzenfarben reagirt, daß es kein großer Fehler seyn würde, das Blut des Frosches als eine ganz indifferente Flüssigkeit zu betrachten. Offenbar beruht die Hauptveränderung des Cholerablutes in der schon während des Lebens eintretenden Neigung zu gerinnen. Mag diese Veränderung des Blutes Ursache der Symptome oder Folge der nächsten Ursache seyn, jedenfalls ist sie das Haupthinderniß der Heilung; denn wenn Klümpchen Gerinnsel in den Gefäßen sind, ist kein Leben weiter denkbar. Es scheint mir daher, daß es die Hauptaufgabe der Ärzte seyn müsse, dieser Veränderung des Blutes entgegenzuwirken. Bekanntlich nimmt basisches kohlensaures Kali und Natron dem Blute seine Fähigkeit zu gerinnen, und nach Prevost und Du=

mas gerinnt Blut der höhern Thiere nicht mehr, wenn man es mit $\frac{1}{1000}$ kohlensaurem Natron versetzt. Dasselbe bewirkt kohlensaures Kali, obgleich man bei Froschblute selbst mit ansehnlichen Quantitäten die Gerinnung nur lange Zeit aufhält. Da unterkohlensaures Kali eine ziemlich unschädliche Substanz ist, so müßte man es bei Cholerakranken gleich im Anfange der Krankheit in großen Gaben geben und mit Ausdauer fortsetzen. Ich ersuche die Ärzte, welche dazu Gelegenheit haben, diesen Vorschlag mit einiger Ausdauer in Anwendung zu bringen.

Untersuchung des Blutes mittels der galvanischen Säule.

§. 691, †††. Um die Wirkungen der Säule auf das Blut richtig zu beurtheilen, muß man zuvor die Wirkung derselben auf das Blutserum als eine mit Salzen versetzte Eiweißauflösung und eine wässerige Auflösung von Eiweiß des Eidotters prüfen. In der letztern ist nicht aller Thierstoff aufgelöst, eine wässerige Auflösung von Eiweiß enthält mikroskopisch untersucht auch überaus kleine Kügelchen, die man nur bei sehr starken Vergrößerungen sieht. Ich bin zur galvanischen Untersuchung aller dieser Flüssigkeiten durch die neuen sinnreichen Versuche von Dutrochet veranlaßt worden. Die Genauigkeit in den Beobachtungen dieses ausgezeichneten Forschers hatte ich hierbei oft zu bemerken Gelegenheit; aber ich bin nicht immer in der Erklärung mit diesem Naturforscher einverstanden. Man muß sich hüten, interessante Facta, aus welchen sich keine sichern Schlüsse ziehen lassen, als Beweise einer aufgestellten Hypothese anzusehen. Von den zu untersuchenden Flüssigkeiten wurde ein Tropfen auf eine Glasplatte ausgebreitet und damit die Pole der Säule von 80 dünnen Plattenpaaren, die Platten von 2½ Zoll Länge und Breite, in Verbindung gebracht. — Wird ein Tropfen von einer wässerigen Auflösung von Eidotter (worin sehr kleine mikroskopische Kügelchen suspendirt sind) galvanisirt, so bemerkt man bald die von Dutrochet zuerst beobachteten Wellen. Die vom Kupferpole oder negativen Pole ausgehende Welle, worin sich das Alkali der gesetzten Salze anhäuft, ist durchsichtig wegen Auflösung des Eiweißes durch das Alkali. Die vom positiven oder

Zink-Pole ausgehende Welle, worin sich die Säure sammelt, ist undurchsichtig und weißlich, besonders im Umfange der Welle, weniger am Pole selbst, beide Wellen streben zu einander, und in der Berührungslinie entsteht plötzlich ein lineares Gerinnsel, welches ganz die Form der Berührungslinie hat und zuweilen wie der Rand der Wellen im Acte der Berührung gekräuselt ist. Die Berührung der beiden Wellen geschieht mit einer lebhaften Bewegung in der Berührungslinie, dann folgt die Absetzung des Gerinnsels. Sobald aber die Absetzung des Gerinnsels geschehen ist, ist alles ruhig, und an dem Gerinnsel ist niemahls die geringste Spur von Bewegung zu bemerken. Es ist daher unbegreiflich, wie ein Beobachter ersten Ranges wie Herr Dutrochet jenes Eiweißgerinnsel für eine durch Elektricität erzeugte contractile Muskelfaser ausgeben konnte. Es ist nichts als geronnenes Eidotter. Dieses Gerinnsel hat überdies sowie das Eiweiß, das sich beim Galvanisiren des Blutserums um den Zinkpol ansetzt, keine Consistenz, sondern besteht aus Kügelchen, die sich leicht aus einander wischen lassen und nur in der Form der Berührungslinie der beiden Wellen ohne alle Cohäsion abgesetzt sind. Setzt man einen Tropfen Blutserum, gleichviel ob vom Frosche oder vom Säugethiere, unvermischt mit Kügelchen, beiden Polen aus, so bemerkt man keine deutlichen Wellen, wahrscheinlich weil sie, wegen der Klarheit des Serums, nicht sichtbar sind. Aber es erfolgt am Zinkpole die Absetzung von Eiweißkügelchen, die hier von innen nach außen zunehmen, indem die zuerst um den Pol abgesetzten nach außen gedrängt werden, und beständig neue Absetzung erfolgt. Nach den Ansichten, welche Dutrochet bei der Anwendung der galvanischen Säule auf Thiersubstanzen befolgt, müßte man das Eiweiß des Blutserums für einen elektronegativen Körper halten, weil es sich am Zinkpole oder negativen Pole absetzt. Allein diese Absetzung erfolgt durch das Gerinnen des Eiweißes von der am Zinkpole sich anhäufenden Säure der zersetzten Salze, am Kupferpole schlägt sich Eiweiß nicht nieder, weil es von Alkali dort aufgelöst bleibt. Indeß wird doch bei einer sehr starken Säule auch am Kupferpole Eiweiß niedergeschlagen, wie Gmelin gezeigt hat, wahrscheinlich durch die freiwerdende Wärme. Offenbar hängt es vom Salzgehalte der Flüssigkeiten ab, daß Eidotterauflösung bei

der Stärke der von mir angewandten Säule kein Gerinnsel am Zinkpole absetzt, sondern nur eine undurchsichtige Welle bildet und bei der Berührung der Wellen beider Pole gerinnt, daß dagegen Blutserum am Zinkpole Eiweiß absetzt. Lassaigne brachte Eiweiß durch Weingeist zum Gerinnen und wusch es so lange mit Weingeist aus, bis salpetersaures Silber zeigte, daß kein Kochsalz mehr darin sey. Von dem Geronnenen löst sich 0,007 im Wasser auf. Dieses wenige Aufgelöste gerinnt nicht durch die Voltasche Säule, weil kein Kochsalz darin ist; denn es gerann, wenn Kochsalz zugesetzt wurde (Annal. de Chim. et de Phys. T. XX. p. 97. Hildebrandts Handbuch der Anatomie, bes. v. E. H. Weber. I. S. 87). — Wenn ich meine Erfahrungen nach Dutrochets Grundsätzen erklären wollte, so wäre das Eiweiß des Eidotters neutral, weil es erst bei der Berührung der beiden Wellen gerinnt, das Eiweiß des Blutserums dagegen elektronegativ, weil es am Zinkpole gerinnt. Man braucht aber nach meiner Erfahrung der Eidotterauflösung nur etwas Kochsalz zuzusetzen, so gerinnt sie am Zinkpole, und es bilden sich keine Wellen. — Setzt man einen flach ausgebreiteten Tropfen Blutes vom Frosche oder von einem Säugethiere der galvanischen Säule aus, so bilden sich um den Kupferpol die gewöhnlichen Gasbläschen, am Zinkpole gerinnt das Eiweiß als ein unzusammenhängender Brei von Körnchen, gerade so wie wenn Blutserum ebenso behandelt wird. Die Blutkörperchen häufen sich weder am positiven noch am negativen Pole an, der Faserstoff gerinnt weder früher noch später als sonst, und weder am positiven noch am negativen Pole, sondern im ganzen ausgebreiteten Tropfen zwischen beiden Polen und rund herum in einiger Entfernung von den Polen. Unmittelbar um die Pole leiden die Blutkörperchen eine Zersetzung wegen der dort sich anhäufenden Säure und Alkalien. Die Blutkörperchen vom Frosche sind sowohl dicht am Zinkpole als dicht am Kupferpole etwas verkleinert, ohne bis auf den Kern reducirt zu seyn. Im ganzen übrigen Tropfen sind die Blutkörperchen unverändert. Am Kupferpole scheint diese Zersetzung auf Kosten des Färbestoffes zu geschehen; denn so weit die Wasserstoffgasbläschen um den Kupferpol sich anhäufen, setzt sich auch ein hellbraunes fadenziehendes Wesen ab, das sich mit den Bläschen vermischt. Dies Gemisch besteht

bei mikroskopischer Untersuchung aus Luftbläschen und aneinanderhängenden verkleinerten Blutkörperchen. Der Faserstoff gerinnt zur gewöhnlichen Zeit im ganzen Tropfen ohne alle Veränderung der Kügelchen, diese Gerinnung tritt auf gleiche Art ein, wenn man arterielles oder venöses Blut von Kaninchen statt Froschblut anwendet. Nimmt man von frischem Froschblute das sich bildende Coagulum so lange heraus, bis sich nichts mehr bildet, so bleibt zuletzt ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum übrig. Von diesem Gemenge erhält man mehr, wenn man das entstandene Coagulum ein wenig rüttelt. Ein Tropfen von diesem rothen Satze, flach ausgebreitet und dem galvanischen Apparate ausgesetzt, zeigt dieselben Phänomene wie frisches Blut, mit Ausnahme des Faserstoffes, der hier fehlt. Die Blutkörperchen häufen sich weder am positiven noch am negativen Pole an, sie bleiben im ganzen Tropfen an ihrer Stelle. Am Zinkpole entsteht der breiige Niederschlag von Eiweißkügelchen, wie beim Galvanisiren des Serums, nur daß es hier von Blutkörperchen röthlich gefärbt ist. Am Kupferpole bildet sich der gewöhnliche Schaum und das fadenziehende bräunliche Wesen von zersetzten Blutkörperchen. Dieses fadenziehende bräunliche Wesen erhält man auch, wenn man ein von Coagulum befreites Gemenge von Blutkörperchen und Serum des Frosches mit Kaliauflösung versetzt. Ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum von geschlagenem Säugethierblute setzt das fadenziehende Wesen am Kupferpole nicht ab. Es bleibt uns nun noch übrig, eine von Serum so viel als möglich befreite Auflösung von Färbestoff des Blutes und den Faserstoff befreit von Blutkörperchen durch die Voltasche Säule zu untersuchen. — Wäscht man rothes Coagulum von Säugethierblute vom Serum aus, und wäscht das noch übrige rothe Coagulum wieder in wenigem Wasser aus, so enthält das erste Wasser Färbestoff und viel Serum, das letzte Färbestoff und wenig Serum. Wurde ein Tropfen der letztern möglichst starken Auflösung von Färbestoff der Voltaschen Säule ausgesetzt, so erhielt ich verschiedene Resultate, je nachdem ich mit den Kupferdrähten selbst die Kette schloß, oder dem sich stark oxydirenden Kupferdrahte des Zinkpoles ein Endstück von Platinadraht ansetzte, um die Oxydation des Kupfers außer Spiel zu lassen. Im ersten

Falle erhielt ich Phänomene, welche von denen von Dutrochet beschriebenen verschieden sind, im zweiten Falle erhielt ich die von Dutrochet beschriebenen Erscheinungen. Wandte ich bloße Kupferdrähte zum Schließen der Kette an, so entstand ein rothes breiiges Gerinnsel von Eiweiß und Blutroth um den Zinkpol. Dieses Gerinnsel nimmt immer mehr zu, indem der um den Pol entstandene rothe Ring von dem weiter erfolgenden Absatze weiter ausgedehnt wird. Die nachfolgenden Absätze sind aber weniger roth, meist weißgrau. Diese Gerinnung findet rund herum um den Draht Statt, indeß wächst das Coagulum gegen den Kupferpol hin um etwas mehr als sonst in der Peripherie des Zinkpoles. Dies ist eine Art Niederschlag, der die Form der Wellen in den frühern Versuchen hat; aber aus einem consistenten Breie besteht. Am Kupferpole bemerkt man die gewöhnliche Gasentwickelung und zuweilen eine sehr undeutliche Welle, in welcher der Färbestoff eben so aufgelöst ist wie in dem übrigen Tropfen, der Rand dieser Welle ist etwas röther. Dutrochet nennt dies eine rothe Welle, wozu gar kein Grund vorhanden ist. Es ist die um den Kupferpol gewöhnlich Statt findende alkalische Solution des Thierstoffes, die hier, wie der übrige Tropfen, Färbestoff aufgelöst enthält, während am Zinkpole Eiweiß und Färbestoff gerinnen. Wenn die Glastafel auf weißem Grunde liegt, so sieht man das um den Zinkpol geronnene Eiweiß nicht, und man sieht dann bloß den rothen Rand, der als rothes Gerinnsel zuerst um den Zinkpol abgesetzt und dann von neuem Gerinnsel weiter ausgedehnt wurde. Legt man die Glastafel auf schwarzen Grund, so sieht man, daß keine durchsichtige Welle einen rothen Saum vor sich hertreibt, wie Dutrochet angiebt, sondern daß der rothe Saum nur der ebenfalls geronnene Rand des Gerinnsels vom Zinkpole ist. Dutrochet beschreibt die Phänomene vom Galvanisiren der Färbestoffauflösung ganz anders (Frorieps Notizen, Nr. 715). Es zeigten sich bei ihm 2 Wellen, die saure am Zinkpole war durchsichtig und trieb, indem sie wuchs, den rothen Färbestoff vor sich her, welchen sie um die saure Welle her so wie außerhalb derselben anhäufte, die alkalinische Welle am Kupferpole wurde dagegen durch den rothen Färbestoff eingenommen. Die beiden Wellen bildeten, indem sie sich verbanden, ein leichtes

Coagulum, welches von dem Eiweiße des mit ausgewaschenen Serums herrührt. Der rothe Färbestoff verband sich fast sämmtlich mit diesem Coagulum. Aus diesem Versuche, wo der rothe Färbestoff von dem positiven Pole zurückweichen und am negativen Pole sich anhäufen soll, schließt Dutrochet, daß diese Substanz positiv elektrisch ist, ein Schluß, wozu dieser Versuch durchaus nicht berechtigte. Ich habe schon erwähnt, daß, wenn ich Kupferdrähte zum Schließen der galvanischen Kette anwandte, der Färbestoff sogleich mit Eiweiß um den Zinkpol gerann, und daß das rothe Gerinnsel von neuem Gerinnen von Eiweiße nur weiter ausgedehnt wurde. Setzte ich dagegen an das sich beim Schließen der Kette oxydirende Ende des Kupferdrahtes zur Vermeidung dieses Einflusses ein Stück sich nicht oxydirendes Metall, ein Stück Platinadraht, an, so erhielt ich fast ganz die von Dutrochet beschriebenen Phänomene. Es entstanden nun wirklich am Kupfer- und Zinkpole Wellen, welche gegen einander strebten. Sowohl die Welle des Kupferpoles als die des Zinkpoles hatte einen deutlichen rothen Rand. Dies hat Dutrochet in der Welle des Kupferpoles übersehen, und das ist sehr wichtig. Die Welle des Kupferpoles ist nicht röther als der Färbestoff außer der Welle, nur ihr Rand ist röther, daher ist es unrichtig, wenn Dutrochet sagt, daß sich der Färbestoff am Kupferpol anhäufe, ich habe den Versuch außerordentlich oft wiederholt und nie diese Anhäufung gesehen. Der rothe Färbestoff entfernt sich gewissermaaßen sogar in dem rothen Rande der Welle ebenso vom Kupferpole, wie in dem rothen Rande der Welle des Zinkpoles vom Zinkpole. Wenn die Welle des Kupferpoles nicht röther als der Färbestoff im Tropfen außer der Welle ist, so ist dagegen die Welle des Zinkpoles im Innern wirklich farbloser und weniger gefärbt als der Färbestoff außer den Wellen, aber auch nicht ganz farblos. Der Rand der mehr durchsichtigen Welle des Zinkpoles ist röther als der Rand der Welle des Kupferpoles, die aber auch durch ihre stärkere Färbung auffällt; im Rande der Welle des Kupferpoles ist der Färbestoff concentrirt aufgelöst, im Rande der Welle des Zinkpoles besteht der Färbestoff aus sehr kleinen Kügelchen. — Nach meiner Ansicht hat dieser Versuch große Ähnlichkeit im Erfolge mit dem, wenn man Eidotterauflösung der Voltaschen

Säule aussetzt. Die saure Welle des positiven Poles treibt dann weiße Kügelchen vor sich her, wie die saure Welle bei der Färbestoffauflösung rothe Kügelchen, doch ist die saure Welle der Eidotterauflösung trübe, die saure Welle der Färbestoffauflösung durchsichtig und etwas farblos. Die alkalinische Welle des Kupferpoles verhält sich in beiden ähnlich, sie ist in beiden klar und enthält bei der Eidotterauflösung aufgelöstes Eiweiß, bei der Färbestoffauflösung aufgelösten Färbestoff. In der Eidotterauflösung ist die alkalinische Welle klar, während das Eiweiß des übrigen Tropfens auch Kügelchen enthält, in der Färbestoffauflösung ist die alkalinische Welle klar, wie der Färbestoff des übrigen Tropfens. Wendet man bei der Färbestoffauflösung bloße Kupferdrähte zum Schließen der Kette an, so gerinnt Färbestoff und Eiweiß am Zinkpole, setzt man etwas Kochsalz zu Eidotterauflösung, so gerinnt das Eiweiß am Zinkpole. Vermischt man Färbestoffauflösung mit etwas Kochsalz, so verhält sie sich selbst am Platinadrahte gleich der mit Kochsalze versetzten Eidotterauflösung, es entstehen keine Wellen, und es bildet sich ein weißliches Gerinnsel am Zinkpole. Nach diesem Allen halte ich Dutrochets Behauptung für unerwiesen, daß der Färbestoff des Blutes elektropositiv sey. — Dutrochet, welcher die Kerne der Blutkörperchen für diejenigen Theile hielt, welche den Faserstoff des Blutkuchens ausmachen, löste von Färbestoff ausgewaschenes Coagulum oder farbloses Fibrin in alkalinischem Wasser auf. Eine solche Auflösung wurde der Voltaschen Säule ausgesetzt. Am negativen Pol entwickelte sich in Menge Wasserstoffgas, am positiven Sauerstoffgas; allein die beiden Wellen waren nicht vorhanden, der aufgelöste Faserstoff häufte sich nur am positiven Drahte oder Zinkpol an, woraus Dutrochet schließt, daß die alkalische Lösung von Fibrin sich wie ein Neutralsalz verhält, dessen Alkali sich nach dem negativen, dessen Säure sich nach dem positiven Pole begiebt, und Fibrin negativ elektrisch ist. Nun weiß man aber, daß der Faserstoff sich zu den Alkalien und Säuren so verhält, daß er bald die Rolle einer Basis, bald die einer Säule spielen kann. Aus seinem Verhalten zu Säuren hätte man ganz das Gegentheil von Dutrochets Behauptung schließen können, indem er mit den Mineralsäuren neutrale Körper bilden kann. Indessen es ist nöthig, Dutrochets Ver-

suche selbst zu prüfen. Ich fand sie, wie sich bei einem so genauen Beobachter voraussehen ließ, in den meisten Puncten bestätigt. Ich erhielt jedesmahl, wenn ich eine Auflösung von Faserstoffe des Blutes in schwach alkalinischem Wasser auf einer Glasplatte oder in einem Uhrglase der Voltaschen Säule aussetzte, einen geringen Absatz von weißem breiigem Coagulum am Zinkpole. Da ich nun den Faserstoff von geschlagenem Ochsenblute genommen und lange Zeit auf dem Filtrum ausgewaschen hatte, so konnte ich ziemlich sicher seyn, daß er von dem Serum und den Salzen des Serums rein war, und es scheint also die alkalinische Faserstoffauflösung wirklich auf den ersten Blick sich in elektronegativen Faserstoff und elektropositives Alkali zu scheiden. Bei diesem Schluß ist indessen von den Salzen, welche der ausgewaschene Faserstoff für sich als Bestandtheil enthält, abgesehen, deren Zersetzung durch die Säule auch eine Entwickelung von Säuren am Zinkpole bedingen und dadurch den Faserstoff durch Bildung eines neutralen Körpers gerinnen machen könnte. Indessen lassen sich gegen den Versuch selbst noch gegründetere Einwürfe machen. Der von Dutrochet beschriebene Erfolg findet nur Statt, wenn man Kupferdrähte zum Schließen der Kette braucht, nicht aber wenn man, um die Oxydation des Endes vom Kupferdrahte des Zinkpoles auszuschließen, dieses Ende mit einem Stück Platinadraht versieht, wie ich bei jedem von mir wiederholten Versuche gefunden habe. Dutrochet scheint seine Versuche bloß mit Kupferdrähten gemacht zu haben. Befindet sich am Zinkpole Platinadraht, so bleibt die Entwickelung von Gas dieselbe, am Zinkpole sieht man noch mehr Gas als vorher in Bläschen, weil es den Platin-Polardraht nicht so wie einen kupfernen oxydirt. Aber es bildet sich auch nicht die entfernteste Spur eines Gerinnsels am Zinkpol oder Platinadrahte. Hieraus muß man schließen, daß die Bildung von Gerinnsel aus alkalinischer Faserstofflösung am Zinkpole beim Kupferdrahte von der Oxydation des Kupferdrahtes abhängig ist. Vielleicht daß sich das Oxyd mit dem Faserstoffe verbindet, so wie eine solche Verbindung von Metalloxyd und Eiweiß sonst möglich ist und erfolgt, wenn man Blutwasser mit einer kleinen Menge Metallsalz vermischt und etwas mehr kaustisches Kali zusetzt, als zur Zersetzung des Metallsalzes nöthig ist,

worauf das Oxyd nicht niedergeschlagen wird, sondern mit dem Eiweiß in löslicher Verbindung bleibt, die durch Kochen auch coagulirt werden kann (Berzelius Thierchemie 66). Indessen ist das Coagulum von Faserstoff am Kupferdrahte des Zinkpoles nicht seladongrün, wie es vom Kupferoxyd seyn müßte, sondern opalartig. — Genug, daß Faserstofflösung in alkalinischem Wasser durch die galvanische Säule nicht zersetzt wird, sobald man nicht sich oxydirenden Kupferdraht am Zinkpole hat, und daß also Faserstoff sich nicht evident als elektronegativer Körper verhält. Wie sehr die Absetzung des Eiweißes und Faserstoffes aus Auflösungen am Zinkpole durch den Salzgehalt der Lösung bestimmt wird, sieht man aus folgendem Umstande: alkalische Lösung von Faserstoff setzt niemahls am Platinadrahte des Zinkpoles eine Spur von Gerinnsel ab; aber diese Gerinnung erfolgt sogleich, wenn man etwas Kochsalz zur Lösung zusetzt, wo dann die Salzsäure des Kochsalzes am Zinkpole das Gerinnsel bildet. Hieraus geht auch hervor, daß, wenn man mit einer Auflösung von Faserstoff in schwach alkalinischem Wasser an der Voltaschen Säule experimentiren will, der Faserstoff vorher vom Serum vollkommen rein seyn muß, weil Serum Kochsalz enthält. Man erhält ihn vom Serum rein, wenn man Faserstoff von geschlagenem Blute sehr lange mit vielem Wasser auswäscht. Dutrochet hat den Faserstoff des Blutes, den man aus dem rothen Coagulum erhält, für die Kerne der Blutkügelchen gehalten. Auch dies ist nicht richtig, da Faserstoff, wie ich gezeigt habe, im Blut aufgelöst ist. — Da man nach der von mir angegebenen Methode Faserstoff des Froschblutes ohne Blutkörperchen erhalten kann, indem er farblos aus frischem Blute durch ein Filtrum von weißem nicht zu dünnem Filtrirpapiere geht, so schien es mir sehr interessant, das Verhalten des frischen noch aufgelösten Faserstoffes vor dem Gerinnen gegen die galvanische Säule zu prüfen. Zu diesem Zwecke goß ich gleichviel Wasser und Froschblut auf das Filtrum, das durchgehende Wasser wurde sogleich den Polen der galvanischen Säule ausgesetzt. Am Zinkpole setzte sich breiiges Eiweiß ab, der Faserstoff wasserklar sammelte sich weder am Zinkpole, noch am Kupferpole, sondern gerann zu seiner Zeit wie gewöhnlich in der Mitte der Flüssigkeit des Uhrglases, als ein isolirtes Klümpchen

gerade so, als wäre die galvanische Säule gar nicht applicirt worden. Die Gerinnung des Faserstoffes erfolgte zur gewöhnlichen Zeit, und die Säule rief diese Gerinnung nicht hervor. Der Eiweißniederschlag am Zinkpole war von derselben Art, wie ich ihn beim Galvanisiren der von Faserstoffklümpchen befreiten Flüssigkeit erhielt. — Ich habe auch die Kerne der Blutkörperchen vom Frosche gegen die Voltasche Säule geprüft. Man bereitet sich ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum, indem man das Gerinnsel umrührt und herausnimmt. Dies Gemenge von Blutkörperchen und Serum wird in einem großen Uhrglase mit Wasser versetzt, umgerührt und 24 Stunden stehen gelassen. Dann hat sich der Färbestoff aufgelöst, und es sitzt auf dem Boden der weiße Satz von Kernen der Blutkörperchen. Man saugt den größten Theil der überstehenden Flüssigkeit mit einem Tubulus vorsichtig auf. Mengt man den Satz mit etwas Wasser und setzt einen großen Tropfen auf eine Glasplatte, ausgebreitet, der Voltaschen Säule aus, so hat man dieselben Phänomene, wie wenn man wässerige Eidotterlösung der Säule aussetzt; es entstehen 2 Wellen, die des Zinkpoles ist trübe und treibt Kügelchen vor sich her, die des Kupferpoles ist durchsichtig und enthält keine Kügelchen. Also in der Auflösung des Färbestoffes treibt die Welle des Zinkpoles rothe Kügelchen, in dem Gemenge von Wasser und Kernen der Blutkörperchen treibt die Welle des Zinkpoles weiße Körperchen vor sich her. Hier ist kein elektrischer Unterschied zwischen Kern und Schale. Die Welle des Zinkpoles ist bei der Färbestoffauflösung nur durchsichtiger, bei dem Gemenge von Wasser und Kernen der Blutkörperchen, so wie bei Eidotterauflösung, die auch Kügelchen enthält, trübe. — Die elektrischen Strömungen, welche mehrere ausgezeichnete französische Gelehrte im Blute annehmen, sind gegen alle Erfahrungen und den Geist, der heut zu Tage die Physiologie als Erfahrungswissenschaft leiten muß. Es paßt für den heutigen Zustand unserer Wissenschaft, diese Strömungen bloß da und dann anzunehmen, wo und wann man sie beweisen kann. Nun läßt sich aber mittels eines guten Multiplicators niemahls eine Spur dieser Strömungen, weder in den Nerven noch im Blute nachweisen, wie Person von den Nerven (Magendie, Journ. d. physiol. T. X. p. 216) und Pouillet

von dem menschlichen Körper überhaupt gezeigt haben (Ebendas. V. p. 5). Diese Strömungen müßten doch durch ein gegen elektrische Strömungen so empfindliches Instrument angezeigt werden, welches schon die Oxydation der Drähte zuweilen durch Schwankung der Magnetnadel anzeigt, daher man, wie Pouillet zeigt, bei delicaten Versuchen am thierischen Körper nicht leicht sich oxydirende Metalle zu Conductoren nehmen muß. Von zwei Multiplicatoren, die ich zu solchen Versuchen anwandte, zeigt der eine die galvanische Action zweier kleinen Platten von Zink und Kupfer, die durch ein befeuchtetes Papierstück verbunden sind und auf Glas ruhen, durch eine Deviation von circa 100 Graden der Boussole an, nie habe ich mit diesem Instrumente weder in den Nerven noch an dem fließenden Blute eine Spur von Reaction bemerkt, auch dann nicht, wenn der eine Draht in eine Arterie, der andere in eine Vene gesenkt wurde, und doch müßte man die elektrische Strömung bemerken können, wenn sie nur $\frac{1}{100}$ an Intensität von der Elektricität jenes Plattenpaares, ja, wenn sie nur einen aliquoten Theil von einem Hunderttheile derselben betrüge. — Auch die Physiker, die man doch sonst der Hypothesensucht nicht beschuldigen kann, sind allzu leicht geneigt, physikalische Hypothesen über die Erscheinungen der organischen Körper, die gar keinen Grund haben, aufzunehmen. Die organischen Kräfte müssen mit demselben Fleiß untersucht werden wie die physikalischen Kräfte, und man muß für die Kenntniß dieser organischen Kräfte erst eine möglichst vollständige Empirie haben, ehe man sich in diese schon jetzt ganz unwahrscheinlichen Vergleichungen einlassen kann.

Zwölftes Buch.

Vom Blutlaufe.

Einleitung.

§. 692. Da das Blut nur innerhalb des lebendigen Organismus sich gleich bleibt (§. 688), außerhalb desselben aber alsbald sich zersetzt (§. 667 fg.), so muß es von der lebendigen Einwirkung der festen Theile abhängig seyn; und als Lebenssaft (§. 660, c) muß es hinwiederum auf diese einwirken und ihr Daseyn unterhalten. Es steht also in Wechselwirkung mit den Organen und nimmt am Gesammtleben Antheil, oder verhält sich als lebendiges Glied des Organismus. Jener Verkehr nun besteht seinem Wesen nach nur in Veränderung des Verhältnisses der Mischung und der Kräfte, ist also nicht unmittelbar von den Sinnen zu erkennen. Aber er setzt räumliche Veränderungen oder Bewegungen des Blutes voraus und hat solche hinwiederum zur Folge, und diese sichtbaren Bewegungen stellen so die Außenseite des Blutlebens dar, während die chemisch-dynamische Wechselwirkung das innerliche oder eigentliche Blut-Leben ausmacht. Wenn wir nun überall vom Äußern zum Innern vorzuschreiten entschlossen sind, so haben wir zunächst die Bewegung des Blutes zu betrachten (§. 692—740), um zu Erkenntniß seines innerlichen Lebens (§. 741—773) zu gelangen. — Daß das Blut im lebenden animalen Körper in fortdauernder Bewegung begriffen ist, liegt vor Augen: denn aus einer geöffneten Ader stürzt es in einem Strome hervor, während es beim Leichname nur so abfließt, wie es die Schwere und der Druck mit sich bringt; bei Zusammendrückung oder Unterbindung einer Ader schwillt sie an der einen Stelle an und entleert sich an der andern; auch fühlt man die Bewegung des Blutes im Pulse der Arterien und sieht sie in den Adern, wo diese durchsichtig sind.

überhaupt aber ergiebt sich solche Bewegung schon aus dem Begriffe des Lebenssaftes (§. 660, c). Die Bewegung des Lebenssaftes kann nun entweder eine unbestimmte, wechselnde oder fortdauernd dieselbe Richtung haben. A) In ersterem Falle fließt der Lebenssaft bald in dieser, bald in jener Richtung, je nachdem er bald dahin, bald dorthin bestimmt wird. a) Dies geschieht auf der untersten Stufe der Organisation, bei den niedrigsten Thieren (§. 661, d), so wie bei Pflanzen, namentlich bei denen, die bloß aus Zellgewebe bestehen, ohne daß eine besondere Bahn gegeben ist. Der Lebenssaft, noch nicht durch eigene Wandungen geschieden, verbreitet sich ohne alle bestimmte Richtung, ergießt sich in die Lücken der organischen Masse und durchdringt die feste Substanz selbst. An den Pflanzen läßt sich dies besonders nachweisen, wo der Saft theils in den Intercellulargängen sich ergießt, theils durch die geschlossenen Wände der Zellen dringt. Man bezeichnet dies Verhältniß als die Tränkung. b) Auf einer etwas höhern Stufe ist der Lebenssaft in eigenen Wandungen eingeschlossen, innerhalb deren er als in einer festen Bahn, aber noch ohne feste Richtung, vielmehr fluctuirend, bald vorwärts, bald rückwärts sich bewegt. Dies ist der Fall bei den Echinodermen und Anneliden, wie auch bei den Thieren mit mehr oder weniger gefäßartig verzweigtem Verdauungscanale (§. 661, c). B) Wo der Lebenssaft immer in gleicher Richtung fließt, muß er, da er nicht immer von Neuem gebildet wird, am Ende des Weges, welchen er in der einen Richtung durchlief, umkehren und durch die entgegengesetzte Richtung wieder in den Anfang jenes Weges kommen: dies giebt den Kreislauf. c) In seinem ersten Rudimente ist solcher Kreislauf partiell und ohne leitende Gefäße: der Organismus, einer höhern Einheit ermangelnd, besteht aus gleichartigen Gliedern, deren jedes seinen eigenen Kreislauf hat, ohne daß dieser durch besondere organische Vorrichtungen zu Stande gebracht wird. So sieht man bei den verschiedenen Gattungen der Chara, bei Caulinia fragilis, Nitella, Valisneria spiralis, Naias maior, Hydrocharis morsus ranae, Stratiotes aloides, Sagittaria sagittifolia und wahrscheinlich noch bei andern Pflanzen in jeder Zelle weiße Kügelchen regelmäßig und ununterbrochen an der einen Seitenwand aufwärts,

dann an der obern Wand quer herüber, hierauf an der andern Seite abwärts und an der untern Wand wieder herüber gehen, und da diese Bewegung der des Schwimmens ganz ähnlich ist, so nimmt man an, daß der durchsichtige Zellensaft sammt seinen Kügelchen kreisförmig umläuft. d) Ein allgemeiner durch den ganzen Körper sich erstreckender Kreislauf innerhalb nach der Peripherie zuführender, arterieller und von der Peripherie zurückführender, veneller Gefäße findet sich bei den höhern wirbellosen und bei sämmtlichen Wirbel-Thieren. Nach der Analogie der höhern Thiere nahmen Perault und Mariotte einen ähnlichen Kreislauf auch in den Pflanzen an, wurden aber von Hales widerlegt. In unserer Zeit hat K. H. Schultz zwei entgegengesetzte Strömungen des Milchsaftes zuerst in den Blättern, dann in den übrigen Theilen des Schöllkrautes, endlich auch in allen Milchsaft haltenden Pflanzen gesehen und einen allgemeinen Kreislauf innerhalb eigener zuführender und abführender Gefäße in den Pflanzen angenommen. Indessen ist seitdem ein Jahrzehend verflossen, und diese Annahme noch nicht völlig fest gestellt, vielmehr von mehrern genauen Forschern auf das Entschiedenste bestritten worden, so daß wir sie noch nicht als thatsachlich begründet anerkennen dürfen.

[Die Formen der Blutbahn in der Thierreihe. Von J. Müller.

§. 693. Wirbellose. A) Die einfachste Form der Saftverbreitung ist die organische Tränkung, die wir bei allen einfachen Thieren allein annehmen müssen, bei denen weder selbstständige Gefäße noch verzweigte Nahrungswege durch anatomische Hülfsmittel und Mikroskope entdeckt werden können, wie bei den Infusorien, Polypen und vielen Eingeweidewürmern. B) Die nächste Form einer Saftverbreitung durch eigenthümliche Gefäße geschieht in einem verzweigten Magen oder Darmcanale, so zwar daß die Äste desselben sich gleich den Blutgefäßen immer weiter verzweigen, aber zuletzt blind endigen. Hierher gehören die Medusinen, die Planarien und unter den Eingeweidewürmern die Trematoden. Bei den Medusen verzweigt sich der Magen bis in netzförmige Saftcanäle mit blin-

den Enden. Allein bei den Planarien hat Dugès, bei den Trematoden, namentlich Distoma, haben Bojanus und Mehlis noch ein eigenthümliches Saftgefäßsystem außer dem verzweigten Darmcanal entdeckt, welches von den blinden Enden der Darmzweige ganz unabhängig und in ein Centralgefäßstämmchen sich zu sammeln scheint (Dugès, Frorieps Not., Nr. 501. Annal. des sc. nat. T. XV. tab. V. Mehlis, de distomate hepatico et lanceolato Gotting. 1825 fol.). Bei den Planarien ist der Hauptgefäßstamm eine ovale große Schlinge in der Ebene des Thieres, wovon die Capillargefäßnetze ausgehen, bei den Distomen ist der Gefäßstamm in der Längenachse. Bei Tristoma coccineum Cuv. ist der Hauptgefäßstamm kreisförmig. C) Die Abtheilung der Echinodermen, Seesterne, Seeigel, Holothurien umfassend, ist nach Tiedemanns schönen Untersuchungen bereits durch eine zusammengesetztere Bahn des Saftes ausgezeichnet, die aber nur an dem Darmcanale, den Kiemen und dem Eierstocke Statt findet. In den Seesternen vereinigen sich nach Tiedemann zahlreiche vom Magen, den blinddarmartigen Anhängen und den Eierstöcken kommende sehr dünnwandige Venen zu einem Stamme. Dieser bildet eine herzartige Erweiterung und verzweigt sich gleich einer Arterie. In den Seeigeln sind 2 Gefäßstämme an den beiden Seiten des Darmcanales zugegen. Die beiden Stämme stehen mittels einer herzähnlichen Erweiterung und ihrer feinsten Verzweigungen mit einander in Verbindung. An dem Darmcanale der Holothurien kommen gleichfalls 2 Stämme vor, welche theils durch ihre feinsten Verästelungen, theils durch ein großes, auf dem einen Aste des Athemorgans liegendes Gefäßnetz mit einander verbunden sind. Es scheint indeß bei diesen Thieren, so wie auch bei den meisten der Ringelwürmer nicht angemessen, in Arterien und Venen zu unterscheiden, indem bei den Ringelwürmern keiner der Gefäßstämme sich ganz als Vene verhält, vielmehr abwechselnd jeder der Gefäßstämme den Saft bald gleich einer Vene aus den Capillargefäßnetzen aufnimmt, bald wieder arteriös sich in Capillargefäße durch Zusammenziehung entleert. Bei den Ringelwürmern kann man diese Alternation der Gefäßstämme, welche also weniger als Arterien und Venen, als vielmehr als Herzen zu betrachten sind, sehr gut während

des Lebens beobachten. — Außer dem Saftgefäßsysteme der innern Theile ist bei den Echinodermen nach Tiedemanns Beobachtungen noch ein anderes Gefäßsystem eigener Art vorhanden, das sich auf die Ausübung der Ortsbewegung bezieht. Es besteht aus Gefäßen, die sich von einem um den Mund liegenden Canale strahlenförmig an der innern Fläche der Haut, wie in den Holothurien, oder an der kalkartigen Schale, wie in den Seeigeln und Seesternen, verbreiten. Diese Gefäße öffnen sich in die hohlen Tentakeln und deren blasenartige Erweiterungen. In den Gefäßen ist eine wasserhelle Flüssigkeit enthalten, welche sich bei der Bewegung der Thiere in die Tentakeln ergießt und deren Anschwellung und Aufrichtung bewirkt. Beim Einziehen der Theile strömt die Flüssigkeit in die Gefäße zurück. In diesem Gefäßsysteme findet also keine Bewegung der Flüssigkeit in kreisförmiger Bahn, sondern nur eine Strömung von innen nach außen und umgekehrt Statt (Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie des pomeranzenfarbigen Seesternes und Steinigels. Landshut. fol.). D) Die Blutbahn der Ringelwürmer hat viele Ähnlichkeit mit der der Echinodermen. Alle Gefäßstämme sind als Herzen zu betrachten, welche abwechselnd das Blut aus den Capillargefäßnetzen empfangen und in dieselben durch Contraction ihrer Wände treiben. Nur bei einigen dieser Würmer, wie beim Sandwurme, giebt es schon größere Erweiterungen an diesen Gefäßherzen. — a) Am genausten kennt man die Blutbewegung bei **Hirudo vulgaris** nach meinen mikroskopischen Beobachtungen an diesem halbdurchsichtigen Thiere (Meckels Archiv 1828. H. 1. Tab. I. Fig. 1). Das Thier hat 2 Seitengefäßstämme, welche sowohl an ihren Enden als durch Queranastomosen unter sich und mit einem dritten mittlern Gefäßstamme der Bauchseite communiciren. Der mittlere Gefäßstamm hat knotige Anschwellungen an denselben Stellen, wo der Nervenstrang Knoten zeigt. Bei genauerer Untersuchung zeigt sich, daß der mittlere Stamm nur die Hülle des Nervenstranges ist. Daß aber dieser mittlere Stamm Blut aufnimmt, und der Nervenstrang also von Blut umflossen wird, geht sogleich aus der Beobachtung des Kreislaufes hervor. In dem einen Momente sind das Seitengefäß A und das mittlere C wie die zwischen ihnen liegenden Queranastomosen zugleich mit Blut

gefüllt, während das andere Seitengefäß B und die von ihm ausgehenden Äste leer sind. Im zweiten Moment ist das Seitengefäß B und seine Äste allein mit Blut gefüllt, während das andere Seitengefäß A und das mittlere C zugleich leer sind. Immer sind ein Seitengefäß und das mittlere in Antagonismus gegen das andere einzelne Seitengefäß. Die Gemeinschaft des einen Seitengefäßes mit dem mittlern dauert eine Zeit, etwa 20—25 Pulsationen lang, dann kehrt sich das Verhältniß um, und das andere früher einzelne Seitengefäß ist nun umgekehrt mit dem mittlern Gefäße zu gleicher Zeit voll und wieder leer. Der Übergang des Blutes ist folgendermaaßen. Das Blut strömt während der Contraction eines Seitengefäßes ganz sichtbar durch die mittlern Zwischengefäße hinüber zur andern Seite und im zweiten Momente wieder herüber, doch beginnt die Contraction, sowie die Strömung einerseits immer hinten und rückt wie eine Welle nach vorne; das Seitengefäß und das mittlere Gefäß werden daher immer zuerst hinten leer, und das früher leere Gefäß immer zuerst vorne wieder voll. Dugès behauptet bestimmt, daß das Blut in den beiden Seitengefäßen einen Kreis beschreibe, so daß sich das eine Gefäß zuerst hinten, das andere zuerst vorne zusammenziehe, und das Blut also eine große in sich zurückkehrende Bahn am Rande des Thieres beschreibe. An durchschnittenen Thieren dauert die Circulation in derselben Art wegen der Quergefäße noch eine Zeit lang fort, wie Rudolphi beobachtet hat. Die Circulation beschreibt daher doppelte Wege, einen horizontalen Kreis von einem Seitengefäß ins andere, und quere Undulationen von einem Seitengefäß ins andere durch die Queranastomosen hinüber und herüber. Beim medicinischen Blutegel und beim Roßblutegel giebt es zwei Seitengefäßstämme und ein mittleres dünnes Rückengefäß, also verschieden wie bei Hirudo vulgaris, wo das mittlere Gefäß am Bauche liegt. Dugès (Ann. des sc. nat. T. XV. 310) spricht auch von einem Bauchgefäße, welches den Nervenstrang zu umgeben scheint, bei Sanguisuga officinalis. Nach demselben Beobachter anastomosiren das Ventral- und Dorsalgefäß durch Abdomino-dorsal-Zweige; andere Zweige gehen von den Seitengefäßen zu dem Rückengefäße, Verbindungen, welche Bojanus so lange vergeblich suchte. Die Queranastomosen, die Sei-

tengefäße und ihre Gefäßnetze sind am besten durch Bojanus bekannt (Bojanus in der Isis 1818. p. 2089. Taf. 26 Fig. 3. 4). Die Seitengefäßstämme verhalten sich nach Webers Beobachtungen ebenfalls wie Herzen, welche das Blut abwechselnd in die Queranastomosen und die Capillargefäßnetze treiben. Es giebt auch hier keine beständigen Arterien und Venenstämme, sondern gefäßartige Herzen, Queranastomosen und Capillargefäße, welche das Blut abwechselnd in ganz verschiedenen Richtungen erhalten. Den Kreislauf hat E. H. Weber an reifen Blutegel-Embryonen beobachtet (Meckels Archiv 1828 H. 4.). Zuerst füllte sich das eine Seitengefäß und entleerte sich fast in dem nämlichen Augenblicke wieder, unmittelbar darauf füllte sich das andere Seitengefäß und entleerte sich auch in dem nämlichen Augenblicke wieder; dann folgte eine kleine Pause, in welcher beide Seitengefäße leer waren. In derselben Ordnung wiederholten sich nun diese Bewegungen mehrmals. Den Umstand, daß die Anfüllung des zweiten Seitengefäßes manchmal sehr schnell, zuweilen erst nach einem kleinen Zeitraume auf die Zusammenziehung des ersteren Seitengefäßes folgte, erkläre ich mir aus den Bewegungen der Thiere, welche den Übergang durch die Anastomosen bald befördern, bald erschweren mußten. Weber hat auch übereinstimmend mit meinen Beobachtungen an Hirudo vulg. gesehen, daß das eine Ende des Längengefäßes sich zuerst mit Blut füllt, und dann successiv die Mitte und das andere Ende des Seitengefäßes gefüllt wurde, während das erstere Ende schon wieder durch Zusammenziehung sich zu leeren beginnt. Weber sah endlich übereinstimmend mit meinen Beobachtungen eine gewisse Periodicität. Nachdem sich nämlich das Seitengefäß 8 bis 13 mahl so angefüllt und wieder entleert hatte, daß die Anfüllung und die folgende Entleerung am Kopfende begonnen und sich nach dem Schwanzende fortgesetzt hatte, kehrte sich die Bewegung in dem Seitengefäße nach einer kleinen Pause um, so daß sich nun das Schwanzende des Seitengefäßes zuerst zu füllen und zu entleeren anfing. — Nach Dugès Beobachtungen sind die Gefäße, welche sich bei den Hirudineen auf den Athembläschen verbreiten, arteriös und venös. Die Lungenarterien sind Zweige von Ästen der Seitengefäße, die Lungenvenen sollen die räthselhaften gewundenen Canäle

seyn, welche auf den Seitengefäßen in der Nähe der Athembläschen liegen, und deren Zusammenhang allen guten Beobachtern bisher entgangen war. Diese Gefäßschlingen hat Dugès sich contrahiren gesehen, und zwar immer vor den Seitengefäßen, in welche das eine Ende der Schlinge einmündet. Wenn diese Beobachtungen richtig sind, so sind diese Körper Lungenvenenherzen zu vergleichen, bestimmt, das oxydirte Blut in die Hauptstämme, von welchen es in kleinen Seitencirkeln abging, zurückzuführen (Annal. des sc. nat. T. XV. tab. 8. fig. 2). Wir sehen der Bestätigung einer so wichtigen Beobachtung sehnsüchtig entgegen. — b) Über das Gefäßsystem der Regenwürmer haben am ausführlichsten Leo (De structura lumbrici terrestris. Regiomonti 1820) und Dugès (a. a. O.) gehandelt. Die Arbeit von Morren (De lumbrici terrestris historia naturali nec non anatomia, cum tab. 32. Bruxell. 1829) kenne ich leider nur aus Auszügen. Leo, Morren, Dugès stimmen in der Angabe der Hauptgefäße sehr überein; nur haben Leo und Morren wohl mit Unrecht die Stämme in Arterien und Venen unterschieden, was nicht angeht, da sie als Herzen wirken, und nur ihre Äste sich bald arteriös, bald venös verhalten. Leo hat aber genauere Bemerkungen über die Pulmonal-Venen und Arterien. Es giebt 2 Hauptstämme der Gefäße: vas abdominale unter dem Darmcanale, vas dorsale über demselben; beide communiciren theils durch kleinere Schlingen, die den Darmcanal umfassen, theils durch 5—8 (nach Morren 5—6, nach Leo 5, nach Dugès 7—8, nach Meckel 8—9) perlschnurförmige sehr starke Communicationsbogen in der Gegend der Ovarien. Beide Hauptgefäßstämme geben auch nach Leo die Gefäße für die Lungenbläschen ab. Außer diesen beiden Hauptgefäßstämmen, wovon der obere die stärksten Pulsationen, und zwar von hinten nach vorne, hat, giebt es noch 3 feine Längengefäße, welche sowohl von Leo als Dugès erwähnt sind; sie begleiten den Nervenstrang, das mittlere untere ist das stärkste, bei Morren art. nervoso-ventralis. Dieses communicirt mit den Anastomosen des Abdominal- und Dorsalgefäßes. Die Alternation der Gefäße in ihrer Wirkung ist noch nicht bekannt. Der Hauptcirkel ist umgekehrt wie bei den platten Hirudineen vom hinteren Ende des oberen

Längengefäßes nach vorne und zurück im unteren Längengefäße, wobei das Blut in den Lateralbogen und Capillargefäßnetzen hin und her geworfen wird. c) Die vollkommenste Form der Kreislaufsorgane unter den Würmern ist die des Sandwurmes, **Lumbricus marinus, Arenicola piscatorum.** Allein die Untersuchungen sind hier wenig übereinstimmend; es ist unmöglich, die Beschreibungen von Cuvier, Oken (Isis 1817) und Home (**Philos. transact.** 1817) zu vereinigen. Um so erwünschter war mir, eine Art der Gattung, nämlich **Arenicola carbonaria Leach**, wovon ich viele Exemplare besaß, selbst untersuchen zu können. Es giebt ein großes gewundenes Hauptgefäß **A** am Rücken zwischen den Kiemen, und eben ein solches **B** unten zwischen Darm und Nervenstrang, das untere setzt sich dick bis zum Kopfe fort, kehrt dann bogenförmig gegen das unter ihm liegende Nervensystem um und theilt sich hier in 2 feinere Gefäße (**vasa nervoso-ventralia**), welche den ganzen Nervenstrang zur Seite begleiten und Anastomosen mit den untern Kiemengefäßen abgeben, ehe diese in das untere Hauptgefäß **B** einmünden. Die oberen Kiemengefäße, welche man gewöhnlich Kiemenarterien nennt, sind Äste des oberen Hauptgefäßes **A**, die unteren Kiemengefäße Äste des unteren Hauptgefäßes **B**. Der Darmcanal hat wieder zwei feinere Längengefäße, ein oberes und ein unteres, diese bilden zwischen sich das wunderschönste Netz von feinen Gefäßen, aber die beiden Längengefäße des Darmcanals hängen wieder oben durch viele feine Gefäße mit dem oberen Hauptgefäße **A**, unten mit dem unteren Hauptgefäße **B** zusammen, so daß die Gefäße des Darmes ein besonderes System bilden, welches mit seinen Längenstämmchen in das große System der Hauptgefäße durch Verbindungen eingeflochten ist. Endlich ist noch eine Hauptverbindung des oberen Hauptgefäßes **A** und des unteren Hauptgefäßes **B** zu erwähnen, wo sich vorne an den dicken Stamm des oberen Hauptgefäßes die eigenthümlichen seitlichen Anhänge, Herzohren, anschließen. Diese Ohren nehmen einen Verbindungsast des unteren Hauptgefäßes **B** auf und bringen also einen Theil des unteren Hauptgefäßes sogleich wieder durch die Herzohren in den herzartigen oberen Hauptstamm, während das meiste Blut des unteren Hauptstammes weiter nach vorne geht, um in die Gefäße des Nerven-

stranges zu gelangen. Außer den Anastomosen der beiden Hauptstämme durch Vermittelung des Darmgefäßsystemes scheinen beide eben so wieder mit den Hautgefäßen in Verbindung zu stehen. Da wir nun die Richtung der Hauptströme nach den Angaben von Cuvier und Home kennen, obgleich Home oben und unten verwechselt hat, so kann man sich aus unserer Abbildung ein ziemlich vollständiges Bild der Circulation machen. Das Blut gelangt in den oberen Gefäßstamm 1) durch die Herzohren und das doppelte Verbindungsgefäß aus dem unteren Hauptstamme; 2) aus dem Gefäßsysteme des Darmcanales durch die vielen feinen Verbindungen des oberen Körpergefäßes mit dem oberen Längengefäße des Darmes. Aus dem oberen Gefäßstamme A, welchen Cuvier die Kiemenarterie nennt, gelangt das Blut in die 14 oberen Kiemengefäße jeder Seite; das oxydirte Blut kehrt zurück aus 14 unteren Kiemengefäßen jeder Seite nach dem unteren Gefäßstamme B, allein alle unteren Kiemengefäße nehmen noch Anastomosen von den Seitengefäßen des Nervenstranges auf, Verbindungen, welche alle Beobachter übersehen haben, so wie auch die Seitengefäße des Nervenstranges Allen entgangen sind. Der untere Hauptstamm erhält also sein Blut aus den unteren Kiemengefäßen und führt es in den Körper, und zwar in 2 Capillargefäßsysteme, in das des Darmcanales und in das der Haut, vielleicht auch wieder nach den Kiemen zurück. Indem der untere Hauptgefäßstamm B an der unteren Seite des Darmcanales nach vorne geht, treibt er auf diesem Wege durch viele feine Verbindungen einen Theil seines Blutes in das untere Längengefäß des Darmcanales und so fort in das Capillargefäßnetz des Darmes gegen das obere Längengefäß des Darmes, von wo das Blut wieder durch seine verticalen Verbindungen in den oberen Hauptgefäßstamm A gelangen kann. Ein anderer Theil des Blutes gelangt aus dem unteren Hauptstamme wieder in den oberen durch die angegebene Schlinge für die Herzohren; das meiste Blut des unteren Hauptstammes geht aber mit diesem Stamme weiter fort und ergießt sich an der vorderen Umbiegungsstelle dieses Stammes nicht nach oben, sondern durch diese Umbiegung in die Seitengefäße des Nervenstranges, welche den ganzen Nervenstrang begleiten. Aus diesen gelangt das Blut wieder in die

unteren Kiemengefäße und mit denselben in den unteren Hauptstamm zurück. Auf diese Art giebt es 2 Hauptcirkel, worin der untere Hauptgefäßstamm das Mittelglied ist. Ob man die oberen Kiemengefäße Kiemenarterien, die unteren Kiemenvenen nennen darf, ist noch sehr zweifelhaft, da man nicht weiß, ob zwischen beiden Gefäßen nicht bloße Undulationen nach dem oberen und unteren Hauptgefäßstamme Statt finden. — In der ganzen bisher betrachteten Abtheilung der Thiere sind die Hauptgefäße Herzen mit alternirendem Pulse, diese Herzen mehrfach und vielfach, was den wurmförmigen Thieren dieser Art bei ihren zusammenschnürenden und verlängernden Ortsbewegungen sehr zu Statten kommt und die Hindernisse des Kreislaufes aufhebt, indem jedes Stück des Thieres doch eine Undulation zwischen dem Blute der Hauptstämme theilen kann. Bei allen finden wir einen verticalen oder horizontalen Cirkel des Blutes, und zwischen den Hauptstämmen des Cirkels überall oscillirende Bewegung des Blutes von einem Stamme zum andern durch die Communicationsbogen und Capillargefäßnetze. — E) Bei den Insecten ist der Hauptgefäßstamm durchgängig einfach, das Rückengefäß, welches wieder Herz ist. Der Kreislauf der Insecten war lange in tiefes Dunkel gehüllt. Swammerdam, Lyonet, Cuvier, Marcel de Serres, Meckel, Herold u. A. haben vergeblich auf anatomischem Wege Verbindungen des Rückengefäßes mit den Organen durch Äste des ersteren aufgesucht. Ganz sinnig erschien daher Cuviers Äußerung, daß den Insecten darum ein vollkommener Kreislauf der Säfte mangele, weil die Luft in einem gefäßartig bis ins Feinste verzweigten Luftröhrensysteme die Säfte überall antreffe. Gleichwohl hatten ich und andere Beobachter Äste vom Rückengefäße in den Kopf treten gesehen, und ich hatte bereits eine Verbindung des Rückengefäßes mit den Eierröhren des Ovariums bei den Phasmen und vielen anderen Insecten durch viele feine hohle Fäden entdeckt und beschrieben. (Nov. act. nat. cur. T. XII. p. 2). Bewegungen der Säfte in verschiedenen Theilen des Insectenkörpers hatten Nitzsch, Gruithuisen, Ehrenberg und Hemprich beobachtet; aber Carus (Entdeckung eines einfachen, vom Herzen aus beschleunigten Blutkreislaufes in den Larven netzflügeliger Insecten. Leipz.

1827. 4) entdeckte zuerst die Existenz eines vollständigen, vom Rückengefäße ausgehenden und in dasselbe zurückkehrenden Säftekreislaufes. Die Bewegung der Säfte ist continuirlich, wird aber während der Pulse des Rückengefäßes verstärkt. Die Verbreitung der Strömchen, welche ohne Gefäßwände zu seyn scheinen, ist überaus einfach, die Antennen, Füße, Schwanzborsten haben nur ein einfaches arterielles Strömchen, welches am Ende des Gliedes und oft noch viel früher in ein venöses Strömchen umbiegt; die venösen Strömchen sammeln sich in ein Gefäß der Bauchfläche, welches sich im hinteren Theile des Körpers mit dem Rückengefäße wieder verbindet. Dieser Kreislauf scheint nicht bloß den Larven, wie Carus anfangs vermuthete, sondern auch den vollkommenen Insecten eigen. Ich selbst habe ihn an einer jungen Scutigera an den Füßen und Antennen beobachtet. Cuviers Bemerkung von dem Wechselverhältnisse eines verzweigten Blutgefäßsystemes und eines verzweigten Luftröhrensystemes ist durch diese Entdeckung zwar beschränkt, aber doch nicht widerlegt. Denn die Strömchen der Insecten verzweigen sich nicht in Capillargefäßnetze, wie die der Planarien, Ringelwürmer und Crustaceen. Es läßt sich auch in demselben Sinne von einem Wechselverhältnisse zwischen dem Blutgefäßsysteme und dem verzweigten Darmgefäßsysteme reden, welches in den Medusinen ohne wahre Blutgefäße allein existirt. — Die von mir beschriebenen Verbindungen zwischen den Eierstöcken und dem Herzen hat R. Wagner (Isis 1832. S. 320) wiedergefunden; er bezweifelt aber mit Treviranus und Carus, daß sie Blutgefäße sind. Wagner hat die Beobachtungen von Carus bei mehrern Insecten bestätigt. Bei Ephemera-Larven sammelte sich alle Blutmasse in zwei große, breite, venöse Ströme von Blutkörnern, welche zu den Seiten des Rückengefäßes und Darmcanales nach hinten verliefen, aber nicht in Gefäßen eingeschlossen, sondern die Eingeweide frei zu umspülen schienen. Nach Wagner besteht das Rückengefäß, gleichwie nach den Beobachtungen von Straus am Maikäfer, aus einer Reihe von Kammern, zwischen welchen seitliche Spaltöffnungen sich befinden, die von den venösen Strömen Blut aufnehmen. Nach Straus haben die Seitenöffnungen innere Klappen, und auch die acht Kammern des Maikäferherzens

sind durch hereinragende und nach vorne gerichtete Klappenpaare verbunden, so daß sie die Bewegung des Blutes von hinten nach vorne erleichtern. F) Bei den Spinnen kennt man durch Meckels, Treviranus und meine eigenen Untersuchungen recht gut die Verbreitung der Hauptgefäße vom Rückengefäße aus. Das Herz des Scorpions hat mehrere Einschnürungen oder Abtheilungen, es verzweigt sich in dem Fettkörper des Hinterleibes und der Brust und begleitet fadenförmig den ganzen Schwanz. Die Lungen der Scorpione und Spinnen sind nach meinen Beobachtungen Säcke, welche sich in viele blinde Fächerchen theilen, die man aufblasen kann. Der Saft des Fettkörpers berührt diese Fächerchen von außen, aber die Gefäße, welche hier ihren Ursprung nehmen, kennt man noch nicht, eben so wenig wie die venösen Ströme, welche überhaupt das Blut des Körpers zum Herzen zurückführen. — Sehr merkwürdig ist beim Scorpion ein besonderes Gefäßsystem, welches sich im Fettkörper verzweigt, aber auch nach meiner Entdeckung mit dem Herzen mehrere Verbindungen hat, und dessen Stämmchen sich weit unter den Gallencanälchen in den Darmcanal jederseits ausmünden. Am meisten lassen sich diese Gefäße mit den vasa malpighiana der Insecten vergleichen, obgleich ihre Verbindung mit dem Herzen, an welcher nicht zu zweifeln ist, eine unerklärliche Anomalie bleibt. Sondern sie aus, oder nehmen sie Stoffe aus dem Darmcanale auf, um sie in den Fettkörper und das Herz zu führen? (Siehe meine Abhandlung über die Anatomie des Scorpions Meckels Archiv 1828. Tab. II. Fig. 22) G) Unter den Crustaceen gleichen die niedern, besonders die Asseln und Entomostraceen in Hinsicht des Kreislaufes noch sehr den Insecten. Viele Crustaceen, besonders die Asseln und die Squillen, haben ein in die Länge sehr ausgedehntes Herz oder ein Rückengefäß, andere dagegen, wie unter den Entomostraceen die Daphnien, Lynceen, Cytheren, und alle höheren Krebse (Dekapoden), haben ein verkürztes deutlich abgesondertes Herz, die Daphnien haben sogar nach Gruithuisen eine venöse und arterielle Abtheilung des Herzens. d) Bei den Daphnien, von deren Kreislaufe Gruithuisen eine sehr schöne bildliche Anschauung gegeben hat (Nov. act. nat. cur. T. XIV. p. 1. tab. XIV), sind die Strömchen so einfach wie bei den

Insecten und werden ohne Capillargefäßvertheilung ohne Weiteres venös, so daß sie bloße Cirkel von einem zum andern Herzen bilden. e) Bei den Dekapoden oder eigentlichen Krebsen haben dagegen die Gefäße eine weit größere Ausbildung, und es giebt einen Kiemenkreislauf zwischen den Körpervenen und dem Herzen. Hierüber haben endlich Audouin und Milne Edwards die so lange ersehnten Aufschlüsse gegeben (Ann. des sc. nat). Das arteriöse Blut gelangt aus den Kiemen durch Gefäße, die am inneren Rande derselben gelegen sind, in zwei Stämmen (canales branchio-cardiaci), deren Einmündungen mit Klappen versehen sind, zum Herzen. Aus dem Herzen entstehen 6 Hauptarterien: die 3 vordersten gehen zum Kopfe, 2 aus der Unterseite des Herzens zur Leber, der Hauptstamm entspringt aus dem hintern Ende und begiebt sich in die Tiefe, indem er sich bogenförmig gegen den Brustkorb schlägt. Aus diesem Stamme geht die oberflächliche Arterie des Schwanzes ab, in der Tiefe giebt sie nach rückwärts die tiefe Arterie des Schwanzes, der Stamm des Gefäßbogens verläuft nach vorne als arteria sternalis und giebt die Arterien der Füße, so wie die tieferen Arterien des Kopfes ab. Auf diese Art giebt es ein oberflächliches und tiefes Arteriensystem, deren Zweige vorzüglich am Schwanze und am Kopfe anastomosiren. So weit hatte schon Bojanus das Gefäßsystem der Krebse gekannt und ich selbst im Jahre 1824 durch Zeichnungen vom Flußkrebse erläutert, welche nicht herausgegeben worden. Es war den Herren Audouin und Milne Edwards vorbehalten, die Venen und den Kiemenkreislauf zu entdecken. Die Venen scheinen überaus feine Häute zu besitzen; sie sammeln sich sämmtlich in sinus venosi, welche seitlich an den Einlenkungsstellen der Füße in der Brust liegen und alle mit einander anastomosiren. Aus diesen sinus venosi entstehen die Kiemenarterien, welche an dem äußeren Rande der Kiemen verlaufen und durch das Capillargefäßsystem der Kiemen in die Kiemenvenen übergehen, deren 2 Stämme sich seitlich zum Herzen begeben. (Siehe die schönen Abbildungen vom Gefäßsysteme der Maja squinado und vom Hummer Ann. des sc. nat. 1827. tab. 24—32) In Paris habe ich Hummer von den Kiemengefäßen aus injicirt und mich von der Richtigkeit der Beschreibungen von Audouin

und Edwards überzeugen können, gegen welche Lund Zweifel erhoben hat. Ich kann auch so wenig wie Meckel die Meinung von Straus theilen, daß die häutige Bedeckung des Herzens, welche mit der Schale fest verbunden ist, ein Vorhof sey, eine Meinung, die Straus vorzüglich nur auf Untersuchungen von dem ganz anders organisirten Limulus polyphemus gründete. H) Der Kreislauf der Mollusken, namentlich der Cephalopoden, Gasteropoden und Acephalen, hat viele Ähnlichkeit mit dem der Krebse. Bei allen diesen wird das Blut der Körpervenen in die Kiemenarterien geführt und gelangt aus den Capillargefäßnetzen der Kiemen oder Lungen zum Herzen, allein nur das Aortenherz ist allen in gleicher Art gemeinsam. Die Bewegung des Körpervenenblutes durch die Kiemen nach dem arteriösen Herzen ist auf zweifache Art erleichtert, durch Kiemenherzen an dem Übergange der Körpervenen in die Kiemenarterien, wie bei den Cephalopoden, oder durch einen oder 2 Vorhöfe zur Aufnahme des Kiemenvenenblutes und seinen Übergang ins arteriöse Herz, wie bei den Gasteropoden und Acephalen. f) In den zweischaligen Muscheln hat Bojanus (Isis 1819. 1. tab. 1. 2.) die Kreislaufsorgane am genauesten beschrieben. Das Aortenherz, welches meistens von dem Mastdarme durchbohrt wird, ist jederseits mit einem Kiemenvenenvorhofe flügelartig bekleidet. Aus dem Aortenherzen gelangt das Blut durch eine obere und untere Arterie in den Körper, aus dem Capillargefäßsysteme des Körpers in die Venen. Diese führen mit 2 Stämmen in einen mittlern Venenbehälter, aus welchem unzählige kleine Gefäße das Blut in das schwammige Gewebe der beiden Organe führen, welche Bojanus Lungen nannte. Diese räthselhaften grünlich braunen Organe von schwammigem Gewebe werden allerdings besser mit den schwammigen Anhängen der Venenstämme bei den Sepien verglichen, wie van der Hoeven (Meckels Archiv 1828. 502) ingeniös bemerkt, obgleich schon Bojanus selbst später (Isis 1820. 2. p. 418) die Analogie aufgegriffen hatte. Von jenen schwammigen sinus venosi gehen einige kurze Gefäße unmittelbar in die Vorhöfe des Herzens. Die übrigen austretenden Gefäße der sinus venosi führen sogleich in die Kiemenarterie jeder Seite. Aus dem Capillargefäßsysteme der Kiemen kehrt das Blut durch die Kie-

menvenen zu den flügelartigen Vorhöfen und sofort zum Aortenherzen zurück. Bei der Riesenmuschel, Tridacna gigas, wo ich das Gefäßsystem für das anatomische Museum zu Berlin präparirt habe, ist es im Wesentlichen eben so. Die Bojanusschen Organe sind ein ganz schwammiges braunes Gewebe, welches auf dieselbe Art mit den Körpervenen und den Kiemenarterien zusammenhängt. Bei den Austern bilden beide Vorhöfe ein Ganzes. Nach Treviranus soll ein Theil des Blutes der Kiemen durch das Bojanussche schwammige Organ hindurch zum Herzen geführt werden, und dies Organ dem saccus externus der Schnecken analog seyn. Bei den Ascidien nimmt das einfache längliche Herz ohne Vorhof einerseits das Blut der Kiemen auf und giebt andererseits die Aorta ab; die Körpervenen scheinen den Stamm der arteria branchialis zu bilden. So hat es Cuvier gefunden; bei den zusammengesetzten Ascidien hat das Herz dieselbe Bildung, wie Savigny an Diazona gezeigt hat. Bei den Salpen scheint die Vertheilung des Blutes ganz ähnlich zu seyn. — Die beiden Hauptordnungen der Acephalen unterscheiden sich daher hauptsächlich, daß die schaligen 2 Kiemenvenenvorhöfe haben, daß bei den schalenlosen das Kiemenvenenblut unmittelbar zum Aortenherzen gelangt. g) In der Abtheilung der Gasteropoden giebt es 2 Kiemenvenenvorhöfe nur bei einigen Gattungen, z. B. Patella und Haliotis. Bei den übrigen ist nur ein Vorhof neben der Herzkammer vorhanden. Alle Venen des Körpers vereinigen sich in 2 Venen, die sich am Respirationsorgane, Lunge oder Kieme, in Lungenarterien verwandeln, ohne daß an dieser Stelle eine herzförmige Anschwellung vorkomme. Die Kiemenvenen sammeln sich im Vorhofe, so gelangt das Blut in die Aortenkammer und in den ganzen Körper. Sehr merkwürdig ist die Anomalie, welche Cuvier von den Aplysien bemerkt, wenn sie sich bestätigt, daß nämlich große Venen, die man für die Hohlvenen ansehen kann, durch große Öffnungen mit der Unterleibshöhle communiciren sollen. Merkwürdig ist ferner noch bei den Aplysien, daß am Anfange der Aorta schwammige Anhänge vorkommen, wie an den Hohlvenen der Sepien; diese 2 Anhänge bestehen hier aus kleinen Gefäßen, welche von der Aorta ausgehen und blind endigen. — Nach Treviranus (Erschgg. u. Gesetze d. org. Lebens

S. 222) geht bei Limax und Helix ein Theil des Lungenblutes, ehe es zum Herzen gelangt, zu dem saccus externus (der nach Jacobson Harnsäure absondert), verbreitet sich darin und sammelt sich wieder zu einem Stamme, der sich ins Herzohr öffnet. h) Bei den Cephalopoden gleicht die Bahn des Blutes dem Kreislaufe der Acephalen und Gasteropoden, allein am Übergange der Hohlvenen in die Kiemenarterien jeder Seite befinden sich Kiemenarterienherzen; das Blut gelangt aus den Kiemen durch die Kiemenvenen zum einfachen Aortenherzen. Die Cephalopoden haben daher 2 Kiemenarterienherzen, statt daß die meisten Acephalen 2 Kiemenvenenvorhöfe am Aortenherzen selbst haben. Die schwammigen Anhänge an den Hohlvenen sind schon erwähnt worden. i) Bei den Pteropoden, z. B. Clio, gehen die Kiemenvenen unmittelbar zum Herzen; wahrscheinlich bilden die Körpervenen den Stamm der Kiemenarterien, was Cuvier nicht ermitteln konnte. k) Die Kreislaufsorgane der Brachiopoden lassen sich nicht auf den Typus der übrigen Mollusken reduciren und fordern überhaupt noch genauere Untersuchungen. Unter den Brachiopoden hat Cuvier Lingula anatina untersucht. Die Kiemenvenen gehen jederseits zu einem Herzen; es giebt also 2 Aortenherzen, wenn sie dies wirklich sind. Nur in einigen Acephalen, nämlich den Gattungen Arca und Pinna, findet sich darin etwas einigermaaßen Ähnliches, daß die Herzkammer in 2 abgetheilt ist, und aus jeder eine Aorta entspringt. Allein bei den Brachiopoden erforderte die Form der ganzen Mollüske diese vollkommene Sonderung. l) Das Gefäßsystem der Cirrhipeden ist noch so gut wie unbekannt; auch ich bin bei Untersuchung der Anatifa laevis zu keinem Resultate gekommen. Dies erfordert ganz neue vollständige Untersuchungen, wobei auch die beiden Organe, welche Cuvier für die Oviductus hält, und welche sich mit ihrem einen Ende in fast allen Theilen des Leibes verzweigen, mit dem andern Ende am Ende des Rüssels öffnen sollen, besonders berücksichtigt werden müssen.

§. 694. Fassen wir nun alle Veränderungen in der Bahn des Blutes bei den wirbellosen Thieren zusammen, so lassen sich folgende Modificationen überblicken. a) Verbreitung der Nahrungssäfte durch einen verzweigten Darm oder Magen, wie bei den Me-

dusinen. b) Doppelte und mehrfache contractile Gefäßstämme, deren Äste in ein gemeinschaftliches Capillargefäßnetz führen und das Blut bald hinüber bald herüber abwechselnd treiben. Hier läßt sich noch nicht von einem Unterschiede der Arterien und Venen reden, sondern die Stämme füllen sich abwechselnd und entleeren sich abwechselnd durch Contraction. So scheint das Blut von der Darmarterie der Holothurien durch das Capillargefäßsystem des Darmes in ein neues Netz, und sofort zur Kiemenarterie, im zweiten Momente von der Kiemenarterie einerseits durch das Capillargefäßsystem der Kiemen zur Darmarterie, andererseits unmittelbar durch das genannte Netz wieder zur Darmarterie zu gelangen. c) Bei den Würmern mit rothem Blute giebt es auch noch keinen deutlichen Unterschied von Arterien und Venen, sondern doppelte und mehrfache contractile Gefäßstämme, welche sich abwechselnd bald füllen, bald zusammenziehen; aber diese Contraction schreitet schon wellenförmig im Kreise, entweder in horizontaler Richtung wie bei den Hirudineen, oder in verticaler Richtung wie bei Lumbricinen, Arenicolen, Naiden fort, zu gleicher Zeit wirft sich das Blut abwechselnd durch die Capillargefäßnetze von einer zur anderen Seite oder von oben nach unten und umgekehrt. Es giebt also hier einen unvollständigen Kreislauf von einem zum anderen Stamme und zugleich alternirende Fluctuation. d) Nur bei den Thieren mit einem Centralstamme giebt es zunächst einen vollständigen einfachen Kreislauf, ohne Fluctuation, sondern arteriöse und venöse Ströme; dies sind zuerst die Insecten; allein der Lungenkreislauf ist noch nicht von dem allgemeinen Kreislaufe unterschieden. So ist es bei den Insecten und einfachen Crustaceen wie den Daphnien, wahrscheinlich auch bei den Spinnen. e) Bei den höhern Crustaceen, den eigentlichen Krebsen, führen die venösen Ströme zuerst in die Kiemenarterien, die Kiemenvenen zum einfachen Herzen. So ist es auch bei den meisten Mollusken; allein die Kiemenvenen gehen nur bei einigen, wie den Pteropoden und den schalenlosen Acephalen, unmittelbar zum Aortenherzen; bei anderen, wie den meisten Gasteropoden, gelangen sie zuerst zu einem Vorhofe, und bei den schaligen Acephalen und einigen Gasteropoden in 2 Vorhöfe. Das Körpervenenblut gelangt bei den meisten Mollusken ganz in die

Kiemen, bei den schaligen Acephalen nur zum Theil, indem ein kleinerer Theil, die Kiemen vermeidend, sogleich in die Vorhöfe übergeht. f) Bei den Cephalopoden unter den Mollusken giebt es endlich ein Körperherz zwischen Kiemenvenen und Aorta, und jederseits ein Kiemenherz zwischen Körpervenen und Kiemenarterien.

§. 695. Vergleichung des Kreislaufes der wirbellosen und der Wirbel-Thiere. Sobald in der Thierwelt ein wahrer Kreislauf auftritt, hängen alle fernern Modificationen von dem Verhältnisse ab, welches die Gefäße des Athemorgans und das Capillargefäßsystem desselben zu den Körpergefäßen und dem Capillargefäßsysteme des ganzen Körpers einnehmen. Entweder athmet nur ein Theil des Blutes während des großen Kreislaufes, und der kleine Kreislauf der Lungen oder Kiemen ist nach Cuviers Ausdrucke nur ein Bruch des großen Kreislaufes; oder alles Blut muß zuerst den kleinen Kreislauf der Lungen oder Kiemen durchgehen, ehe es im Körper verbreitet wird. Im ersten Falle befinden sich unter den Wirbellosen die niedern Crustaceen, Spinnen, Würmer, weniger die Acephalen, Mollusken, bei denen schon der größte Theil des Blutes der Körpervenen den Kiemenarterien zufließt, während der kleinere Theil unmittelbar zum Vorhofe fließt, ohne zu athmen. Unter den Wirbelthieren gehören dahin die Amphibien. Im zweiten Falle sind die meisten Mollusken, höheren Crustaceen, die Fische, Vögel, Säugethiere und der Mensch. Die Fische scheinen in dieser Hinsicht über den Amphibien zu stehen, und letztere sogar den Mollusken und Crustaceen untergeordnet zu seyn. Allein Cuvier bemerkt richtig, daß das Athmen im Wasser weit unvollkommener als in der Luft ist, und daß also das halbe Athmen der Mollusken, Krebse und Fische bei einem ganzen kleinen Kreislaufe im Resultate nicht abweicht von dem ganzen Athmen der Amphibien bei einem halben kleinen Kreislaufe, der nur ein Anhang oder Bruch des großen Kreislaufes ist. Die Mannichfaltigkeiten, welche die Natur in dem Ursprunge der Athemarterien und Athemvenen aus dem großen Kreislaufe darbietet, sind sehr groß, und es scheinen selbst alle denkbaren Fälle dieses Verhältnisses von der Natur erschöpft zu seyn.

A. Der kleine Kreislauf ein Anhang des großen Kreislaufes. a) Der kleine Kreislauf ein Theil des venösen Gefäß-

systemes. Bei den schaligen Acephalen kehrt ein Theil des Körpervenenblutes unmittelbar zu den Vorhöfen, der größere Theil durchkreist die Kiemen und kehrt zu den Vorhöfen zurück. b) Der kleine Kreislauf ein Theil des arteriösen Gefäßsystemes. Bei den Proteideen unter den nackten Amphibien und bei den übrigen nackten Amphibien im Larvenzustande geben die Bogen der Aorta die Kiemenarterien als Äste ab und nehmen die Kiemenvenen als Äste wieder auf. c) Der kleine Kreislauf ein Theil des arteriösen und venösen Gefäßsystemes. α) Bei den nackten Amphibien sind die **arteriae pulmonales** Äste der Aorta, die **venae pulmonales** Äste der Körpervenen. Eine Kammer, ein Vorhof. β) Bei den beschuppten Amphibien gehen die **arteriae pulmonales** aus dem **truncus arteriosus** oder aus der Herzkammer selbst mit den andern Arterien hervor; Kiemenvenen und Körpervenen sammeln sich zu zwei verschiedenen Vorhöfen der einfachen Herzkammer. — B. Der kleine Kreislauf im Gegensatze des großen Kreislaufes. d) Der kleine Kreislauf, entstehend aus den Körpervenen und rückkehrend zum Herzen. Mollusken, insbesondere schalenlose Acephalen und Gasteropoden; unter den Crustaceen die Dekapoden. α) Bei den schalenlosen Acephalen (Ascidien, Biphoren) werden die Körpervenen zur **arteria branchialis**, die **vena branchialis** geht zum einfachen Aortenherzen. Ebenso ist es bei den vollkommenen Krebsen. β) Bei den Gasteropoden ein oder zwei Vorhöfe an der Einmündung der Kiemenvenen in das Aortenherz. e) Der kleine Kreislauf entstehend aus dem Arterienstamme und rückkehrend zum Arterienstamme. Bei den Fischen wird der **truncus arteriosus** der einfachen Herzkammer zu den Kiemenarterien, die Kiemenvenen bilden den Stamm der Körperarterien. f) Der kleine Kreislauf entstehend aus der Lungenkammer, rückkehrend zu der Kammer des großen Kreislaufes, der große Kreislauf rückkehrend zur Lungenkammer. α) Bei den Sepien führen die Körpervenen zu den beiden Kiemenherzen, diese geben die **arteriae branchiales** ab. Die **venae branchiales** gehen in das Aortenherz. Diese drei Herzen liegen noch getrennt von einander und sind ohne Vorhöfe. β) Bei den Vögeln, Säugethieren und beim Menschen giebt es eine Lungen- und eine Aortenkammer, beide mit einem Vorhofe; diese Herzen bilden ein vereinigtes Ganze. Die **arteria pulmonalis** entspringt allein

aus der Lungenkammer, die venae pulmonales münden in den Vorhof der Aortenkammer, die Körpervenen in den Vorhof der Lungenkammer.

§. 696. Besondere Geschichte des Kreislaufes bei den Wirbelthieren. Das Herz der Fische hat einen Vorhof für die Aufnahme der Körpervenen und eine Kammer, aus welcher der truncus arteriosus mit einem contractilen Bulbus entspringt. Aus dem truncus arteriosus entspringen allein die Kiemenarterien. Diese Bildung scheint außerordentlich von der der Lungenthiere verschieden; allein in der Classe der Amphibien haben wir Gelegenheit, den Übergang der einen in die andere Form des Kreislaufes zu beobachten; dort muß es sich rechtfertigen, wenn wir die Hauptarterie der Herzkammer bei den Fischen weder mit den Einen Kiemenarterie, noch mit den Andern Aorta, sondern truncus arteriosus nennen. Die Classe der Amphibien zerfällt in zwei Abtheilungen, welche sowohl durch die Bekleidung als in allen anatomischen Verhältnissen, am meisten aber durch die Anordnung des Kreislaufes verschieden sind, in die Abtheilung der nackten Amphibien und in die der beschuppten Amphibien. Die nackten Amphibien haben wie die Fische eine Kammer und einen Vorhof, sie haben einen doppelten condylus occipitalis, keine wahren Rippen, keine Schnecke im Gehörorgane, nur das ovale Fenster desselben, und keinen Penis. Alle haben entweder das ganze Leben Kiemen und Lungen, oder sie verwandeln sich und haben in der Jugend Kiemen, später Lungen. Zu den Amphibia nuda gehören: 1) die Batrachier; 2) die Salamandrinen; 3) die Proteideen (Proteus, Siren, Axolotes, Menobranchus); 4) die Amphibien mit Kiemenlöchern am Halse ohne Kiemen; Löcher, welche das ganze Leben bleiben; ich nenne sie deshalb Derotremata; es gehören dahin Amphiuma und Menopoma; 5) die Coecilien. Denn daß die Coecilien, welche alle oben angeführten anatomischen Charaktere haben, auch in der Jugend jederseits ein Kiemenloch und innere Kiemen besitzen, habe ich neulich an einer jungen Coecilia hypocyanea von 4½ Zoll im Museum zu Leyden entdeckt, während ich zugleich ein älteres Exemplar von Coecilia hypocyanea ohne Kiemenlöcher vor mir sah. — Die Amphibia squamata, wohin die Schildkröten, Crocodile, Eidech-

sen und wahren Schlangen als vier Ordnungen gehören, haben ganz verschiedene anatomische Charaktere und gerade das Gegentheil der nackten Amphibien. Sie haben sämmtlich zwei Vorhöfe neben der einfachen Herzkammer, einen einfachen condylus occipitalis, wahre Rippen, eine Schnecke und zwei Fenster am Gehörorgan, und einen oder zwei Penis. (Man sehe in Hinsicht der Details vom Gehörorgane die neue Monographie von Windischmann de penitiori auris structura in amphibiis. Bonnae, 1831. Lips. apud Leop. Voss.) Die Vögel, Säugethiere und der Mensch besitzen endlich nicht allein zwei Vorhöfe für Körpervenen und Lungenvenen, wie die Amphibia squamata, sondern auch zwei Kammern, eine Lungenkammer, eine Aortenkammer. Wir gehen nun zur speciellen Beschreibung des Kreislaufes über. — A) Bei den Fischen erhält die einfache Kammer alles Körpervenenblut aus dem einfachen Vorhofe, die Herzkammer treibt das Venenblut in den mit contractilem Bulbus versehenen truncus arteriosus; dieser Gefäßstamm vertheilt sich ganz in so viel Äste als Kiemenbogen für jede Seite, 4 bei den Gräthenfischen, 5 bei den Rochen und Haien, 7 bei den Cyklostomen. Bei Petromyzon theilt sich nach Rathke der truncus arteriosus in zwei Hauptäste, welche den bronchus zwischen sich nehmen und dann sich in die Kiemen verästeln. Beim Störe sind 4 Äste und ein kleiner vorderer für die halbe oder falsche Kieme an der inneren Seite des Kiemendeckels. Die Kiemenarterien treten bei den Gräthenfischen am untern Ende der Kiemenbogen ein und verlaufen in der Furche an der Convexität der Kiemenbogen bis zum oberen Ende, indem sie allmählig dünner werden. Auf diesem Wege giebt jede art. branchialis so viele Äste als Kiemenblättchen, diese Äste theilen sich zweimahl gabelförmig und führen in quere Capillargefäße die feinsten Kiemenblättchen, aus welchen auf ähnliche Art die Venen auf der entgegengesetzten Seite der Kiemenblättchen entstehen. Die Venen der Kiemenblättchen münden in den Stamm der vena branchialis, welche tiefer in derselben Furche des Kiemenbogens mit der arteria branchialis verläuft und am oberen Ende der Kiemenbogen dünner beginnt. Dergestalt gelangen die Kiemenvenen gegen den Rücken unter den Anfang der Wirbelsäule

und bilden durch ihre Vereinigung den Stamm der Aorta, geben aber noch vor dieser Vereinigung die Arterien des Kopfes ab, welche Äste der ersten Kiemenvene jeder Seite sind, und jederseits eine Arterie für das Herz und die unter dem Kiemengerüst gelegenen Theile. Die Arterie des Kopfes und die Aorta verbreiten das arteriöse Blut im ganzen Körper mit Ausnahme der Kiemen. Das Venenblut kehrt in einem venösen Sinus zum Vorhofe zurück. Beim Störe gehen aus den dicken oberen Enden der Kiemenvenen die Gefäße des obern Theils des Kopfes, aber auch die dünneren unteren Enden oder Anfänge der Kiemenvenen geben Äste für die unteren Theile des Kopfes, besonders für den Kieferapparat. Bei den übrigen Fischen variirt der Kiemenkreislauf nur in der Vertheilung der Zweige und Capillargefäßnetze. So zerfallen die Kiemenarterien und Kiemenvenen bei den Cyklostomen an den Kiemensäcken in eine große Anzahl Reiser, welche in die Falten der Kiemensäcke verlaufen und Capillargefäßnetze zwischen sich haben. Bei den Syngnathen, wo die Kiemenblättchen Federchen bilden, die in Form von Blättern von den Kiemenbogen beiderseits ausgehen, läßt sich wieder eine andere Vertheilung erwarten. Sehr eigenthümlich ist die Verbreitung der Gefäße an den Kiemenanhängen des von Geoffroy entdeckten Heterobranchus. Bei diesem Fische finden sich außer den gewöhnlichen Kiemen auf jeder Seite zwei Nebenplatten, welche hohle Bäume bilden. Auf der äußern Fläche dieser Bäume verzweigen sich die Äste der Kiemenarterien. Die letzten Zweige derselben öffnen sich in die Zweige der Bäume selbst, auf denen sie sich verbreiten, und durch ihre Mündung dringt vermittelst einer Menge von Zotten die eingespritzte Masse hervor. Die Stämme der Bäume selbst öffnen sich in die Wurzeln der Aorta, wo sie aus den Kiemen heraustreten. Endlich ist zu erwähnen, daß mehrere Fische im Fötuszustand auch äußere fadenförmige Kiemen haben, wie die Haien und Rochen, welche nach Rathke fadenförmige Verlängerungen der inneren Kiemenblätter sind. Interessant ist auch, daß diese Bildung bei einem Gräthenfische sich wiederholt, indem der Embryo des Schwertfisches nach Rathkes Beobachtungen auch äußere fadenförmige Kiemen besitzt, etwas was sich bei den nackten Amphibien wiederholt. B) Nackte Amphibien. a) Den Fischen zu-

nächst stehen die Proteideen, mit äußeren Kiemen. Beim Proteus anguinus vertheilt sich nach Ruscon is und Configliachis schönen Untersuchungen der truncus arteriosus des einfachen Ventrikels in zwei arteriae branchiales für jede Seite, und die zweite arteria branchialis giebt wieder einen Ast für die dritte Kieme. Die Kiemenarterien führen in das Capillargefäßnetz der Kiemen, die Kiemenvenen sammeln sich jederseits zu einem Stamme an der unteren Fläche der Wirbelsäule, und diese Stämme geben nach vorne die Arterien des Kopfes und vereinigen sich abwärts zur Aorta. Allein nicht alles Blut gelangt aus dem truncus arteriosus in die Aorta durch Vermittelung des Kiemenkreislaufes, wie bei den Fischen, sondern die Äste des truncus arteriosus, welche die Kiemenarterien abgeben, schicken auch Communicationsbogen zu den Wurzeln der Aorta. Der truncus arteriosus ist also hier bereits Stamm der Kiemenarterien und der Aortenbogen; dennoch ist er offenbar derselbe Theil wie der truncus arteriosus der Fische, er hat auch noch einen sehr starken Bulbus wie bei den Fischen. Das Kiemengerüst besteht aus einem Basilarstück, einem doppelten vorderen Suspensorium und drei Kiemenbogen auf jeder Seite. Die Lungenarterien sind Zweige des arteriösen, die Lungenvenen Zweige des venösen Systemes. Bei Siren lacertina soll sich nach Cuvier (Recherches sur les amphibies douteux p. 21) der truncus arteriosus ganz in die Kiemen verzweigen, und die Kiemenvenen die Aorta bilden. In Ruscon is Abbildung (Amours des salamandres tab. 5. fig. 8) sind auch die arteriae pulmonales Äste des truncus arteriosus, und wahrscheinlich giebt es auch unmittelbare Communicationen vom truncus arteriosus oder den Kiemenarterien zur Aorta, wie beim Proteus. b) Bei den Larven der Salamander sind nach Rusconis schönen Untersuchungen (Descrizione anatomica degli organi della circolazione delle larve delle salamandre aquatiche. Pavia, 1817) die Vertheilung des truncus arteriosus in die Kiemen, die Sammlung der Kiemenvenen zur Aorta, die Communicationen der Kiemenarterien mit den Wurzeln der Aorta ebenso, nur sind jederseits drei Äste des truncus arteriosus; die arteria pulmonalis entsteht jederseits aus dem vierten Communicationsbogen zwischen den Kiemenarterien und den Wur-

zeln der Aorta. Das Blut gelangt also wie bei den Proteideen aus dem **truncus arteriosus** zum Theil in die Aorta durch Aortenbogen, zum Theil in die Kiemen und durch die Kiemenvenen zur Aorta. Dies macht es möglich, daß bei dem Absterben der Kiemen und mit der Verwandlung der Blutlauf sich ganz auf die Communicationsbogen von den Ästen des **truncus arteriosus** zur Aorta zurückzieht. Diese Communicationen werden dann zu **arcus aortici**, von denen beim erwachsenen Salamander jederseits drei sind. Die **arteria pulmonalis** ist dann jederseits ein Ast des **truncus arteriosus**. Letzterer hat noch seinen deutlichen Bulbus. c) Bei den Batrachiern ist der Kreislauf der Larven durchaus ebenso, aber sie haben nur im Fötuszustande und in der früheſten Zeit des Larvenzustandes äußere Kiemen, die auch nur aus einfachen Blättchen und einfachen Umbiegungen der arteriösen in venöse Strömchen, ohne weitere Verzweigungen, bestehen. (Siehe **Müller, De gland. penit. struct. tab. X. fig. 7.** vom Embryo des **Bufo obstetricans.**) Später haben die Larven nur innere Kiemen mit einem Kiemenloche auf einer Seite, und nach der Verwandlung bleiben nur zwei **arcus aortici**, einer auf jeder Seite, übrig, welche die Lungenarterien und die Arterien für die oberen Theile des Körpers abgeben; die Lungenvenen sind dann Äste der Körpervenen, sie ergießen ihr Blut in die Hohlvenenstämme. Was nun die Metamorphose des Kiemengerüstes während der Verwandlung betrifft, so hat Cuvier (**Recherches sur les ossemens fossiles. T. V. p. 2**) an **Rana paradoxa** gezeigt, daß es sich in den spätern Apparat des Zungenbeines reducirt. — Nach Huschke (Zeitschrift für Physiologie. IV. S. 115) verlaufen beim Frosche an den vier Kiemenbogen Kiemenarterien und Kiemenvenen in umgekehrter Richtung wie bei den Fischen, indem sie auf diesem Wege die Gefäße der Kiemenbüschel abgeben und empfangen. Nur am Anfange jedes Kiemenbogens sah Huschke eine kurze Anastomose zwischen Arterie und Vene. Bei der Verwandlung wird das arterielle Kiemengefäß des ersten Bogens zur Carotis; die anastomosirenden Gefäßstämme des zweiten Bogens, deren Anastomose sich ausbildete, zum späteren Aortenbogen jeder Seite; die arteriellen Gefäße des dritten und vierten Bogens sollen nach Huschke zusammenfließen

und den Stamm bilden, der die Lungenarterie, aber, wie ich sehe, auch ein Gefäß nach aufwärts zum Hinterkopfe abgiebt. An der Carotis ziehen sich nach Huschke die Kiemenfäserchen auf einen Punct zusammen, und indem das Kiemenhaargefäßsystem bleibt, entsteht die Carotidendrüse der Frösche, welche aus einem Netze eintretender und austretender Gefäße besteht, so daß sich die Carotis in das Capillargefäßsystem der Drüse auflöst und wieder daraus sammelt. Ich habe mich indessen überzeugt, daß die Höhlung der Carotis sich im Inneren des Knötchens durch ein schwammiges Gewebe, welches die Wände der Drüse bilden, fortsetzt, wie man unter dem Mikroskope bei Zerlegung der Drüse sehr wohl sehen kann, obgleich die Oberfläche der Drüse in fein injicirtem Zustande auch das von Huschke beschriebene Anheften zeigt. — Man nimmt allgemein an, daß sich die Aorta vor dem Herzen in zwei Stämme theilt, welche an einer gewissen Stelle die Carotiden und Lungenarterien abgeben, während die Stämme sich zu den Bogen, die am Bauche sich vereinigen, fortsetzen. Ich habe aber gefunden, daß die Stämme vor der Theilung unpaarig anfangs als aorta impar bis zum Abgange der Gefäße drei verwachsene Arterien enthalten, obgleich sie nur wie eine aussehen, so daß jeder Seitenstamm durch einfach häutige Septa in drei Lumina getheilt ist. Von diesen drei arteriösen Höhlungen und an einander gewachsenen Stämmen geht der mittlere Theil in den hinteren Aortenbogen über; der vordere Stamm giebt an der Carotisdrüse die Arterie der Zunge und der Kehle, die mit dieser Drüse zusammenzuhängen scheint, ab und geht durch die Carotisdrüse in das Kopfgefäß über; der untere oder hintere Stamm geht in die Lungenarterie und ein am Hinterkopfe sich verbreitendes Gefäß über. Die Anomalie, daß die Gefäßbogen der Frösche nach der Verwandlung bis auf den Aortenbogen schwinden, während die der Salamander vollständig bleiben, fällt hiernach zum Theil weg, denn die drei verwachsenen Gefäße sind offenbar verwachsene Gefäßstämme der Kiemenbogen. — d) Die Metamorphose der Gefäße und der Verwandlung überhaupt bei den Coecilien und Amphiumen kennen wir noch nicht. Wir wissen nur, daß in der Abtheilung der Derotremata, welche die Amphiumen und Menopomen enthält, Kiemenlöcher und Kiemenbogen ohne eigentliche Kie-

men das ganze Leben hindurch bleiben. Cuvier (Annales du mus. d'hist. nat. T. 14) hat bei den Amphiumen gezeigt, daß die Aorta an diesem Bogen jederseits einen einfachen Bogen bildet. Bogen, welche sich hinten wieder zur aorta abdominalis vereinigen und die Gefäße der obern Theile des Körpers abgeben. Die Coecilien haben in der Jugend nach meiner Entdeckung jederseits ein Kiemenloch und innere Kiemenfransen, später bildet ihr Zungenbein noch jederseits vier Bogen, oder drei Bogen und vordere Suspensoria; aber der Arterienstamm der erwachsenen Coecilie vertheilt sich nicht mehr bogenförmig an den Bogen, sondern giebt eine Arterie für die oberen Theile ab, während der Stamm arcus aortae wird. e) Ein truncus arteriosus kommt übrigens bei allen nackten Amphibien vor, bei mehreren zeigt er eine bulböse Anschwellung wie bei den Fischen, und noch bei den Fröschen ist der truncus arteriosus, ehe er sich in die Aortenbogen theilt, contractil, wie Wedemeyer und mehrere andere Beobachter an dem abgeschnittenen Anfange der Aorta gesehen haben. Hieraus würde man fälschlich schließen, daß die Arterien Muscularcontractilität besitzen, indem der Anfang des truncus arteriosus der Frösche mit dem bulbus arteriosus der Fische übereinstimmt. C) Beschuppte Amphibien. In allen nackten Amphibien ist das Herz bloß eine mit einem Vorhofe versehene Kammer. Bei allen beschuppten Amphibien (Schildkröten, Crocodilen, Eidechsen, Schlangen) hat die einfache Herzkammer zwei Vorhöfe, einen rechten für die Aufnahme des Körpervenenblutes, einen linken für die Aufnahme des Lungenvenenblutes, die Herzkammer selbst zeigt in ihrem Inneren schon unvollkommene Abtheilungen, nämlich in den Schildkröten und Crocodilen drei, in den Schlangen zwei unter einander communicirende Höhlen, aus denen die Lungenarterien und die Körperarterien ihren Ursprung nehmen. f) Bei den eigentlichen Eidechsen sind Körperarterien und Lungenarterien noch durch einen truncus arteriosus verbunden. Die eigentlichen Eidechsen, welche ich von den Crocodilen absondere, schließen sich daher in Hinsicht des Gefäßsystemes zunächst an die nackten Amphibien an. Bei den Eidechsen giebt der truncus arteriosus jederseits zwei arcus aortici und eine arteria pulmonalis. Die beiden inneren der vier Aorten=

bogen geben die Carotiden ab. Beide Bogen jeder Seite bilden hinten einen herabsteigenden Stamm, der mit dem der anderen Seite die aorta abdominalis bildet; die zwei hinteren Wurzelstämme der letztern geben die Gefäße der vorderen Extremitäten ab. Der Anfang der beiden Lungenarterien aus dem truncus arteriosus communis scheint eine sehr kurze Strecke einfach. Diese Beschreibung ist nach einer Injection der Lacerta ocellata entworfen. Die Legnane scheinen sich dagegen durch ihre Gefäßvertheilung den Crocodilen anzuschließen. Bei den Blindschleichen, welche mit Pseudopus, Bipes, Ophisaurus, Acontias nach meinen anatomischen Untersuchungen zu den Eidechsen und nicht zu den Schlangen gehören und eine eigene Familie der Eidechsen als Lacertae anguinae bilden, ist die Vertheilung des truncus arteriosus in die Lungenarterien und vier arcus aortici, nur daß die Gefäße der Extremitäten mit diesen selbst fehlen, ganz und gar so wie bei den Eidechsen. Das Zungenbein der Eidechsen hat auch noch mehrere bogenförmige Hörner, welche an die Kiemenbogen erinnern, allein diese Bogen sind schon von den arcus aortici ganz entfernt. g) Bei den Crocodilen giebt es nach Cuvier nur zwei arcus aortici und einen Stamm der arteria pulmonalis, welche auf einer kurzen Strecke zu einer Masse zusammengeheftet sind. Der rechte arcus aortae giebt die beiden Anonymä ab, der linke arcus aortae vertheilt sich fast ganz in die Baucheingeweide, anastomosirt aber mit der rechten Aorta durch einen Ast; die rechte Aorta setzt sich als Hauptstamm fort. h) Bei den Schildkröten treten aus dem Ventrikel der Stamm der arteriae pulmonales und der Stamm der Körperarterien, welcher sogleich in zwei arcus aortici und die art. anonymae zerfällt; der linke Bogen giebt die Eingeweidearterien und vereinigt sich mit dem rechten Bogen zur aorta abdominalis. Die arteriae pulmonales und arcus aortici communiciren durch enge ductus Botalli. i) Bei den Schlangen endlich giebt es nach Cuviers und Schlemms Untersuchungen und eigenen Anschauungen außer dem Stamme der Lungenarterien einen rechten und linken arcus aorticus, wovon der rechte Bogen die Arterien der vorderen Theile des Körpers giebt. D) Bei den Vögeln giebt es im Fötuszustande anfangs wenigstens drei

arcus aortici auf jeder Seite, wovon die obersten jederseits die art. anonyma, die untersten die art. pulmonalis abgeben. Die längste Zeit des Fötuslebens bleiben die arcus arteriosi, welche die Pulmonalarterien abgeben, und der spätere arcus aortae, also auf der rechten Seite zwei, auf der linken ein arcus aorticus, bis nach dem Ausschlüpfen die ductus Botalli eingehen und der einfache arcus aortae mit den selbstständig gewordenen arteriae anonymae übrig bleiben, welche aus einem gemeinsamen Stamme hervorgehen. E) Bei den Säugethieren sind in der ersten Zeit des Fötuslebens auch jederseits mehrere Aortenbogen vorhanden, welche sich zur aorta descendens vereinigen; die längste Zeit des Fötuslebens bleiben nur zwei arcus aortici, einer aus dem rechten Ventrikel, und dieser giebt die arteria pulmonalis ab, einer aus dem linken Ventrikel, und dieser giebt die Gefäße der oberen Theile des Körpers ab. Von diesen beiden Bogen, die sich zur aorta descendens vereinigen, bleibt nach der Geburt bloß der spätere arcus aortae, oder der arcus aorticus des linken Ventrikels, indem der ductus communicans Botalli zwischen der arteria pulmonalis und der Aorta zum Bande, die arteria pulmonalis aber selbstständig wird. Der Mensch gleicht hierin den Säugethieren. Aus dieser Darstellung geht unzweifelhaft hervor, daß die Metamorphose des Gefäßsystemes bei allen Wirbelthieren auf der Grundlage eines gleichen sehr einfachen Urtypus vor sich geht, daß es bei allen entweder durchs ganze Leben oder anfangs im Fötusleben einen truncus arteriosus giebt, der durch arcus aortici in die aorta abdominalis führt, daß der Zustand des Gefäßsystemes bei den erwachsenen höheren Thieren auf einer größeren oder geringeren Reduction dieser Bogen beruht, dagegen sich bei den Thieren, die mit Kiemen athmen, jene Bogen entweder ganz, wie bei den Fischen, oder zum Theil, wie bei den Amphibien, in Kiemenarterien und Kiemenvenen mit dem Capillargefäßsysteme der Kiemen ausbilden. — Bei dem Menschen, den Säugethieren und den Vögeln sind nach der Geburt beide Herzen ganz selbstständig; der rechte Vorhof erhält das Blut der Körpervenen und giebt es dem rechten Ventrikel oder der Lungenkammer, diese treibt es in das Capillargefäßsystem der Lungen, woraus es in den linken Vorhof oder aus dem kleinen Kreis-

laufe zurückkehrt. Der linke Ventrikel oder die Kammer des großen Kreislaufes erhält das Blut des linken Vorhofes und treibt es in das Capillargefäßsystem des Körpers, woraus es durch die Körpervenen in das rechte Herz zurückkehrt. Das Capillargefäßsystem der Lungen oder des kleinen Kreislaufes ist vom dem Capillargefäßsysteme des Körpers oder des großen Kreislaufes unabhängig: in dem ersteren wird alles Blut hellroth, in dem letzteren dunkelroth. Kein Tropfen Blutes gelangt in den großen Kreislauf, der nicht den kleinen Kreislauf passirt hätte, woraus man sich die vorzugsweise fieberhafte Aufregung bei allen Krankheiten erklären kann, in welchen die Capillargefäße der Lungen zerstört oder verschlossen, und also die Bahn des Blutes verkleinert wird. Da nun die Capillargefäße des Körpers ein continuirliches Netzwerk bilden, welches von unzähligen Arterien aus Blut erhält, so stehen alle Organe, welche vom großen Kreislaufe aus Blut erhalten, durch die Capillargefäßnetze in Wechselwirkung, und eine Arterie kann die andere oft ersetzen. Nur das Capillargefäßsystem des kleinen Kreislaufes ist hiervon ausgeschlossen; indessen besteht doch keine ganz vollkommene Isolation zwischen dem Capillargefäßsysteme des kleinen und dem des großen Kreislaufes, indem die Blutbahn des großen Kreislaufes durch die arteriae bronchiales, welche mit den Zweigen der Lungenarterien anastomosiren, in die Blutbahn des kleinen Kreislaufes eingreift. Ein Umstand, der vorzüglich dazu beitragen muß, daß der Kreislauf selbst bei einer großen Zerstörung der Lungen und nach Verengerung der art. pulmonalis sich noch so lange erhalten kann.

§. 697. Kleinster Kreislauf des Pfortadersystems. So wie der kleine Kreislauf der mit Kiemen versehenen Amphibien als ein bloßer Anhang der Arterien beginnt und in die Arterien zurückkehrt, so ist der Pfortaderkreislauf ein bloßer Anhang der Venen, ein Umweg, den ein Theil des Venenblutes macht, ehe es zum übrigen Venenblute gelangt. Noch mehr gleicht der Pfortaderkreislauf dem Kiemenkreislaufe der Muscheln unter den acephalen Mollusken, wo ein Theil des Körpervenenblutes unmittelbar wieder zu dem Herzen gelangt, ein anderer Theil den Umweg durch das Capillargefäßsystem der Kiemen macht. Es giebt bei

den Wirbelthieren 2 Pfortadersysteme, der Leber und der Nieren. Der Mensch, die Säugethiere und Vögel haben nur das erstere. A) Pfortadersystem der Leber. a) Bei dem Menschen und den Säugethieren bilden die Venen des Magens, des Darmcanales, der Milz, des Pankreas, des Mesenteriums uud der Gallenblase die in der Leber nach Art einer Arterie sich verzweigende Pfortader. b) Bei den Vögeln kommen außer den genannten Venen auch noch Venen der unteren Theile hinzu; es wird nämlich das Blut der hinteren Extremitäten des Schwanzes und Beckens theils zur vena cava interior, theils zur vena portarum geleitet, wie Nicolai gezeigt hat. c) Bei den Amphibien gehen zum Stamme der Pfortader auch Venen der untern Gliedmaaßen und der Bauchdecken. Nach Jacobsons (Meckels Archiv 1817. p. 147) Untersuchungen sind die beiden Hauptvenen, welche bei den Reptilien das Blut von dem hinteren Theile des Körpers zurückführen, die vordere Bauchvene (vena abdominalis anterior) und die untere Nierenvene (vena renalis inferior). Diese entstehen aus der Verbindung der Venen der unteren Extremitäten, der Hautvenen, der Venen der Bauchmuskeln und der Harnblase. Die vena renalis inferior begiebt sich zur Niere und verbreitet sich in der Niere auf eine der Pfortader ähnliche Weise. Die vena abdominalis anterior ergießt ihr Blut in die Pfortader der Leber. Bei den meisten Amphibien entstehen der Pfortaderast der Leber, vena abdominalis anterior, und die Pfortader der Nieren, vena renalis inferior, gemeinschaftlich aus den untern Extremitäten. Bei den Ophidiern hingegen findet zwischen der vena abdominalis anterior und renalis inferior keine Verbindung Statt, indem die venae renales inferiores aus der vena caudalis, die vena abdominalis bloß von den Bauchdecken entsteht. Bei Bojanus führt die vena abdominalis anterior den Namen vena umbilicalis. (Bojan. Anat. Testud. europ .tab. 25.) Bei den Schildkröten erhält die Pfortader nach Nicolais Untersuchungen auch das Blut aus den hinteren Extremitäten, der hinteren Wand des Bauches und selbst einem Theile des Blutes der vordern Glieder. Es sind 2 venae umbilicales vorhanden. d) Das Pfortadersystem der Fische hat Rathke untersucht. Die Pfortader derselben erhält ihr Blut aus den Venen des Magens, Darmca-

nales, der Milz und bei mehreren Fischen auch von Venen der Geschlechtstheile und der Schwimmblase (Meckels Archiv 1826 p. 126). Nach Nicolai geht das Blut des Schwanzes beim Wels auch zur Leber, beim Karpfen, dem Hecht und dem Barsche zur Leber und zu den Nieren (Isis 1826. 404). e) Die rückführenden Venen der Leber oder die venae hepaticae führen das Blut aus dem Capillargefäßsysteme der Leber in die untere Hohlvene. Der Pfortaderkreislauf ist also ein Umweg, den ein Theil des Venenblutes durch das Capillargefäßsystem der Leber macht. Beim Embryo sieht man diesen Umweg entstehen, in dem Maaße als sich die Leber aus dem einfachen Darmschlauch entwickelt, wie von Baers schöne Beobachtungen zeigen. Das Blut der vena omphalomesaraica geht anfangs unmittelbar zur vena cava oder ist selbst Hauptvenenstamm. Mit dem Auswachsen der Lebersubstanz aus der Darmwand wachsen auch Capillargefäßschlingen aus der vena omphalomesaraica, welche das Blut zum Theil durch einen Umweg in die vena cava inferior führen. f) Wie die arteriae bronchiales aus dem großen Kreislauf in das Capillargefäßsystem des kleinern Kreislaufes übergreifen, so greifen die arteriae hepaticae aus dem großen Kreislauf in das Capillargefäßsystem des kleinsten Kreislaufes der Pfortader über, und das Capillargefäßnetz der Leber steht mit den Arterien, zuführenden und rückführenden Venen zugleich in Verbindung. B) Pfortadersystem der Nieren. Dieses von Jacobson entdeckte und von Nicolai (Isis 1826. 404) bestätigte Gefäßsystem wurde von Jacobson zuerst den Vögeln, Amphibien und Fischen zugeschrieben; allein Nicolai hat gezeigt, daß nicht die Vögel, wohl aber die Amphibien und Fische hierher gehören. Bei den Vögeln wird das Blut der hinteren Extremitäten, des Schwanzes, des mittleren Theiles des Körpers theils zur vena cava, theils zur vena portarum der Leber geleitet, und die venae renales advehentes Jacobsonii sind nach Nicolais Untersuchungen als rückführende Venen zu betrachten. Dagegen giebt es bei den Amphibien venae renales advehentes. Bei diesen geht in der That das Blut der hinteren Extremitäten, des Schwanzes, der Bauchdecken zur Pfortader der Leber und zu den Pfortadern der Nieren (venae renales advehentes), und zwar bei einigen Amphibien bloß

zu diesen Eingeweiden, bei anderen zugleich zur vena cava. Bei den erstern erhält die vena cava inferior allein ihr Blut aus den rückführenden Lebervenen und rückführenden Nierenvenen, bei den letzteren zum Theil von diesen, zum Theil unmittelbar von den Venen der hinteren Theile. Nämlich beim Crocodil geht nur ein kleiner Theil des Blutes der vena caudalis und cruralis zu den Nieren durch die vena renalis advehens. Der größere Theil des Blutes der Schwanz- und Schenkelvene, der Eingeweide des Beckens, des Bauches geht durch die vena umbilicalis, seu abdominalis anterior, zur Leber und zur vena portarum. Die Hohlvene nimmt das Blut der Nieren durch die venae renales revehentes, einen Theil des Blutes aus der Schwanzvene und den Venen der Hoden und Eierstöcke auf. In der Schildkröte geht nach Nicolais Beobachtungen das Blut des Schwanzes, des mittleren Theiles der Schale und der Bauchdecken, sowie der Eingeweide des Beckens zu den Nieren. Das Blut der hinteren Glieder, der hinteren Wand des Bauches und ein Theil des Blutes der vorderen Glieder geht zur Leber, und zwar, da zwei venae umbilicales hier vorhanden sind, zu jeder Hälfte der Leber. Bei den Fröschen geht ein Theil des Blutes der vena cruralis und alles Blut der vena ischiadica, der Seitenwand des Bauches und des Rückens durch die vena renalis advehens zu den Nieren. Der größere Theil des Blutes der vena cruralis geht zu der einfachen vena umbilicalis, welche alles Blut der vorderen Bauchwand aufnimmt und zur vena portarum der Leber führt, wozu aber noch die von mir schon erwähnten venae abdominales posteriores kommen. Bei den Fischen haben mehrere Verschiedenheiten Statt, wie Nicolai gefunden hat. Denn bald geht das Blut des Schwanzes und des mittleren Theiles des Bauches allein zu den Nieren, wie im Gadus; bald geht das Blut der hinteren Theile zu den Nieren und der Leber, wie im Wels; bald geht es zu den Nieren, der Leber und der vena cava, wie im Karpfen, Hecht und dem Barsche. Das Blut der Hoden, der Eierstöcke, der Schwimmblase und das der Nieren geht zur vena cava, ausgenommen beim Wels, wo das Blut der Hoden zum ramus hepaticus der Schwanzvene fließt.]

Die Blutbahn überhaupt.

§. 698. Die Ader ist die eigenthümliche Begränzung des als eine besondere von allen andern Säften verschiedene Flüssigkeit erscheinenden Lebenssaftes oder des Blutes, welche die Bahn desselben abgiebt und die Richtung seines Laufes bezeichnet. Sie ist eben der räumliche Ausdruck des Blutes, durch dessen Strömung erst gebildet und als ein Ganzes mit demselben zu betrachten. a) Schon hieraus ergiebt es sich, daß ihr wesentlicher Theil in unmittelbarer Berührung mit ihm stehen oder die innerste Schicht ihrer Wandung ausmachen muß. Diese innerste Membran, die gemeinsame Aderhaut oder Gefäßhaut (**membrana vasorum communis, endangium**) erstreckt sich ununterbrochen durch Herz, Arterien, Haargefäße und Venen. Sie ist ein Elementargebilde eigener Art und kann keiner Classe von Membranen beigezählt werden. Nach Meckel (Nr. 114. V. S. 4) soll sie noch die meiste Ähnlichkeit mit den serösen Häuten haben, vermöge ihres Baues, ihrer Lebenseigenschaften und ihrer Neigung zu Entzündung, Verwachsung und Verknöcherung. Mir scheint sie vielmehr der Oberhaut verwandt, da sie das Blut gegen den übrigen Organismus, wie diese den ganzen Körper gegen die Außenwelt, begränzt und alle wesentliche Eigenschaften mit ihr gemein hat. Sie ist nämlich ein einförmiges, dünnes, durchsichtiges, weißliches Gerinnsel, ohne alle Besonderheit des Gewebes, und erscheint unter dem Mikroskope ohne Kügelchen, Fasern, Zwischenräume und Poren (Nr. 569. I. S. 248). Zwar will Geri an ihr, wenn sie macerirt und dann getrocknet worden war, Längenfasern bemerkt haben (Nr. 196. IV. S. 166): allein solches Verschrumpfen des Faulenden kann keinen Beweis für das Daseyn organischer Fasern abgeben. Sie hat ferner weder Gefäße, noch Nerven. Ribes will zwar bei Entzündungen Blutgefäße an ihr gesehen haben: dies waren aber wohl nur die durchscheinenden Gefäße der Faserhaut. Sie ist brüchig und zerreißt daher bei straffer Unterbindung der Ader mit einem dünnen Faden. Dabei heilt sie leicht und erzeugt sich neu (Nr. 569. I. S. 252). Hin und wieder bilden sich Verknöcherungen an ihr, gleichsam das Nachbild eines äußeren an die Oberhaut gelagerten Knochensystemes: normal bei mehrern Wieder=

käuern und Pachydermen, abnorm beim Menschen (§. 588, b). Endlich fault sie später als andere Theile, giebt beim Kochen keine Gallerte und verbrennt mit einem Horngeruche. Die aus dem Allen sich ergebende Verwandtschaft mit der Oberhaut wurde schon von Bichat anerkannt. Allein man arbeitet jetzt eifrig an der Restauration der alten Verworrenheit in der Anatomie, indem man die deutlichen, scharf bestimmten Begriffe, welche dieser geistreiche Forscher aufstellte, beseitigt und nur die begrifflosen Namen beibehält. So wurde die Aderhaut von Gorgone für eine Schleimmembran (Nr. 199. XVIII. p. 331) und von Letierce für eine seröse Membran erklärt (ebd. XX. p. 2), weil man sie in leeren Gefäßen bei Leichnamen feucht findet. Diese Feuchtigkeit ist aber unstreitig Serum, welches entweder von dem abgeflossenen Blute zurückgeblieben oder durchgeschwitzt ist (§. 634, k), keineswegs secernirt, da die Aderhaut keine Blutgefäße hat, die von Blut entleerten Adern bald verwachsen, und Ausdünstung in eine mit tropfbarer Flüssigkeit gefüllte Höhle sich gar nicht denken läßt. — Wo das Blut mit den Organen in unmittelbare Wechselwirkung tritt (in den von der Substanz der Organe aufgenommenen feinsten Gefäßen), ist es bloß mit dieser gemeinsamen Aderhaut bekleidet; wo sich dagegen der Blutstrom mehr selbstständig verhält (an den stärkern und freiliegenden Adern), treten andere Membranen hinzu. b) Zunächst lagert sich nämlich eine Schicht an, die als der lebendige Theil der Ader ernährende Blutgefäße, Nerven und mehr oder weniger der Bewegung fähige Fasern enthält, woher sie auch den Namen der Faserhaut trägt. c) Nach außen aber bildet sich eine Hülle zur Sicherung, Befestigung und Verknüpfung. Sie erscheint entweder in Form einer zellgewebigen Scheide, oder einer serösen Membran; oder ihre Stelle wird durch andere Gebilde vertreten, namentlich durch fibröse Membranen (wie an den Venenstämmen des Gehirnes), oder durch Knorpel (wie an der Aorta des Störes). — Nach dieser allgemeinen Ansicht der Blutbahn haben wir die einzelnen Abtheilungen derselben zu betrachten (§. 699—704).

§. 699. Die Arterien findet man A) nach dem Tode leer, Luft enthaltend. Daher nahm Praxagoras, der sie zuerst von den Venen unterschied, dies für ihren normalen Zustand, glaubte, die

Luft trete durch die Lungen in sie, und erklärte die bei ihrer Öffnung am lebenden Körper erfolgende Blutung durch die Voraussetzung, daß sie bei einer Verletzung auf widernatürliche Weise Blut aus allen Theilen des Körpers an sich ziehen. Diese Ansicht wurde die herrschende, und nur einigermaaßen modificirt, nachdem Herophilus gelehrt hatte, daß die Arterien selbst Blut enthalten. Man nahm nämlich an, wie besonders Nemesius lehrte, daß die Arterien ein geistiges Blut enthalten und so den verschiedenen Theilen einen belebenden Geist zuführen, zu dessen Ernährung sie bei ihrer Erweiterung Blut aus den nächsten Venen ziehen, während sie bei ihrer Zusammenziehung alles Unreine durch Poren austrieben; die Venen blieben also immer der eigentliche Sitz des in ihnen fluctuirenden Blutes. Wiewohl nun nach Wiederherstellung der Wissenschaften diese Lehre von verschiedenen Seiten angegriffen wurde, so war es doch erst Harvey, der auf eine umfassende, bestimmte und gründliche Weise die stete gleichförmige Strömung des Blutes durch das ganze Arteriensystem bewies und die widerstrebenden Zeitgenossen endlich davon überzeugte. Als aber seine Lehre längst allgemein angenommen worden war, trat gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts Rosa dagegen mit der Behauptung auf, daß, da man viel weniger Blut im Leichname findet, als zur Anfüllung des ganzen Gefäßsystemes nöthig wäre (§. 692), die Arterien nur weniges und zwar sehr dünnes Blut enthalten und dagegen mit einem Dunste gefüllt seyen, welcher aus der durch die Lungen eingetretenen atmosphärischen Luft und dem feinsten flüchtigsten Theile der thierischen Materie bestehe; daß nur die Venen das Blutsystem darstellen und dem bildenden Leben, so wie die Arterien dem animalen Leben dienen; daß endlich das Blut nur dann in die Venen zurückgehe, wenn es gewaltsam in die Arterien gedrängt worden sey und nun so schnell als möglich daraus zu entfliehen suche (Nr. 579. I. p. 148 sqq.). Endlich trat auch in unserem Jahrhunderte die im Kindesalter der Physiologie entstandene Meinung noch einmahl auf, indem Kerr (Nr. 498. p. 151), den Kreislauf leugnend, behauptete, daß die Arterien luftförmigen, belebenden Geist mit etwas wenigem ernährendem Blute, die Venen hingegen Blut zur Ernährung mit etwas Lebensgeist zu Er=

zeugung von Leben und Wärme enthalten. Diese Annahmen werden hinlänglich widerlegt durch die einfachen Thatsachen, a) daß man bei Vivisectionen das Blut aus dem Herzen in die Arterien strömen sieht; b) daß man, wo sie durchsichtig sind, sie mit Blut gefüllt findet; c) daß bei der Verwundung irgend einer Arterie das Blut in der Richtung vom Herzen her augenblicklich ausströmt; d) daß man unter gewissen Umständen, z. B. nach Moscati (Nr. 579. I. p. 225), wo der Tod durch Erstickung, elektrische Schläge, narkotische Gifte, Pest, Scorbut u. s. w. erfolgt ist, die Arterien im Leichname mit Blut gefüllt findet. B) Das Blut fließt in den Arterien aus den Stämmen in die Verzweigungen, denn e) an durchsichtigen Arterien sieht man dies mit Augen; f) bei durchschnittenen Arterien kommt der Hauptstrom vom Herzen her, und von den Zweigen her fließt gar kein Blut aus, wenn nicht durch Rückfluß; g) unterhalb einer Unterbindung oder anderweitigen Zusammendrückung wird die Arterie leer, so daß sie weder pulsirt, noch auch bei der Öffnung Blut giebt, wenn nicht dieses durch Anastomosen zugeführt wird; h) endlich kann auch der Blutstrom gar keine andere Richtung haben, da die halbmondförmigen Klappen ihm wohl den Eintritt in die Arterien, nicht aber den Rücktritt in das Herz gestatten.

§. 700. Wenn das Daseyn des Blutes in den Arterien selbst noch in der neuesten Zeit geleugnet worden ist, so darf man sich nicht darüber wundern, daß man in Betreff der so verborgenen Enden ihrer Verzweigungen sehr abweichende Meinungen bei unsern Zeitgenossen findet. Es hat einen eigenen Reiz, dem Augenscheine zu widersprechen und das zu bestreiten, was der schlichte Menschenverstand anerkennt, indem man sich dadurch einer tieferen Erkenntniß theilhaftig fühlt, als der gemeine Sinn zu erfassen vermag; auch scheint das Leben von seinem ideellen Glanze zu verlieren, wenn man einen so wesentlichen Theil seiner Äußerung, als der Blutlauf ist, auf einen ganz einfachen Mechanismus zurückführt. Indessen muß über räumliche Verhältnisse die sinnliche Erfahrung entscheiden, und die möglichst einfache Erklärung nach der Analogie bekannter Naturerscheinungen und nach allgemeinen physikalischen Gesetzen gesucht werden. Denn wie wundervoll auch das Leben in

seinem Wesen ist, so sind doch die Mittel seiner Verwirklichung einfach, und wie sehr es sich auch vom unorganischen Daseyn unterscheidet, so ist es doch diesem nicht schlechthin fremdartig. Wohl haben wir ein geistiges Auge, welches weiter blickt als das leibliche: aber es hat eben nur die Bestimmung, über das Gebiet des letztern hinaus sich zu ergehen; will es im Widerspruche mit diesem sinnliche Erscheinungen erfassen, so bürdet es der Natur Wunder im Kleinen auf, die leicht gegen das große Wunder derselben in seiner einfachen Erhabenheit blind machen, und erzeugt mystische Theorien, denn die unheilbringende Vermischung des Übersinnlichen mit dem Sinnlichen ist eben der Charakter des Mysticismus. — Um also über die verschiedenen Ansichten unseres Gegenstandes zu berichten, so kann man sich die peripherischen Enden der Arterien entweder geschlossen (a) oder offen (b) denken. a) Nach Aristoteles sind die Arterien nervös und sehnig, gehen in wirkliche Sehnen über und verbinden sich mit den Knochen. Waren ihnen hierdurch blinde Enden beigelegt, so lehrte Nemesius, ihr Inhalt verflüchtige sich durch Poren; da sie aber doch auch Blut enthalten, welches sich nicht verflüchtigen kann, so nahm Fabriz von Aquapendente einen Rückfluß oder eine Fluctuation desselben an. Die bei Injectionen am Leichname, so wie bei Infusionen und Transfusionen an lebenden Individuen angestellten Erfahrungen widerlegten das Daseyn blinder Enden. b) Sind nun die Arterien an ihren Enden offen, so wird das aus ihnen tretende Blut entweder in der außer ihnen liegenden organischen Substanz verschwinden und sich in sie umwandeln (c), oder als Blut noch fortbestehen und durch die Venen zum Herzen zurückkehren (§. 696). c) Die Meinung, daß sich das Blut aus den Adern ergieße und in feste Gebilde umwandle, ist schon im Alterthume vorgekommen, wie denn nach Aretäus und Galen Leber, Nieren und andere Eingeweide nur eine Art geronnenes Blut sind. In der neuesten Zeit sind mehrere Ansichten aufgestellt, die, wenn sie auch übrigens von einander abweichen, doch die Annahme, daß die Venen kein Blut aus den Enden der Arterien, sondern neu gebildetes empfangen, mit einander gemein haben. Nach Wilbrand (Nr. 522. S. 3. 14) geht die arterielle Strömung in ihrem ganzen Gehalte

(Blut und Ader) andauernd unter in die hervortretende Metamorphose, oder erstirbt in die Geburt aller einzelnen Gebilde in allen ihren Moleculen, und indem jedes Gebilde in jedem Augenblicke seinem ganzen inneren und äußeren Gehalte nach erstirbt, so wird dadurch die venöse Strömung geboren; dies ist nicht sinnlich erkennbar, weil es seiner Natur nach innerlich ist, aber es muß in mathematischer Folgerichtigkeit als nothwendig erkannt werden, weil nach bestimmten Zeiträumen jedes Gebilde sich als ein anderes darstellt, und dies Anderswerden nicht plötzlich, stoßweise, sondern nur in der Continuität einer geometrischen Linie erfolgen kann. Runge hat dies weiter ausgemalt. Nach ihm (Nr. 587. S. 55 fg. 77 fgg.) muß, da Entstehen und Vergehen sich wechselseitig hervorrufen, das Blut immerfort zu Organen erstarren, und diese müssen wieder zu Blut zerfließen, so daß ihr flüssiger Inhalt als ein ihnen Gleichnamiges oder als Koth ausgestoßen wird; jede Arterie ist ein besonderes Thier, das mit seinem Maule an den After des zunächst vorhergehenden angewachsen ist, den Koth desselben aufnimmt, in sich verwandelt und wieder kothend dem folgenden in seinem Auswurfe die Neuwerdungsmittel reicht: also giebt es gar keinen Kreislauf, und die scheinbare Ortsbewegung des Blutes ist nur das Auf- und Abwogen von Seyn und Nichtseyn. Dagegen behauptet Schultz (Nr. 506. S. 44. 57) nur, daß das Blut mit seiner ganzen Substanz die Gebilde durchdringt, und die Blutkörner, so lange sie sich bewegen, auch continuirlich sich bilden. Spitta (Nr. 515. p. 8—14) giebt zu, daß die Venen einen Theil ihres Blutes aus den Arterien empfangen, aber vorzüglich nur in den Organen, welche viel Blut für ihre Functionen aufnehmen, oder schnell wachsen und daher bald aufhören zu wachsen, oder nur einen langsamen Wechsel der Materie erleiden; da aber die Venen weiter sind als die Arterien, so sollen sie auch außerdem noch Blut aufnehmen, welches auf jedem Puncte des thierischen Körpers neu gebildet wird. Auf ähnliche Weise erklärt sich Sachs (Nr. 361. III. S. 171), indem er meint, der Übergang aus den Arterien in die Venen sey nur theilweise erwiesen, und es spreche dagegen der Umstand, daß die Venen mehr Blut enthalten als die Arterien, ferner, daß das Blut zu schnell strömt, als daß

es durch die engen Haargefäße gehen könnte, endlich, daß Ernährung und Absonderung gar nicht vor sich gehen können, wenn das Blut in den Gefäßen bliebe. Die gegen den Kreislauf hier aufgestellten Gründe werden wir im Verfolge unserer Untersuchungen erörtern, und wir verweisen hier darauf, um uns nicht zu wiederholen. Wir betrachten also für jetzt nur die obige Theorie an sich. 1) Was zuvörderst die Bezeichnung der Begriffe anlangt, so ist zwar jede Veränderung der Substanz und Vernichtung eines Körpers im metaphysischen Sinne nur eine Metamorphose, indem die Materie an sich nicht vernichtet, noch ein schlechthin Anderes werden kann. Aber die Physik hat die verschiedenen Qualitäten der Dinge zum Gegenstande und bezeichnet die Umwandlung der Form bei gleich bleibendem Wesen als Metamorphose, die Veränderung der Substanz bei gleich bleibender Form als Erhaltung oder Wiedererzeugung, und die Veränderung von Substanz und Form als Untergang. Hiernach können wir den Wechsel der Materie bei der Ernährung und Blutbildung nicht Metamorphose nennen, denn die Form wird hier durch den Wechsel der Stoffe erhalten; wohl aber erkennen wir eine Metamorphose des Blutes an der Peripherie seiner Bahn an, wo es, in seiner Substanz immer dasselbe bleibend, eine Modification seiner Eigenschaften erfährt (§. 752, c). 2) Allerdings ist die organische Materie in stetem Wechsel begriffen, aber dieser ist in jedem Momente nur partiell: das Pigment der Färberöthe setzt sich allmählig ab und verschwindet allmählig; bei verhinderter Ergießung der Galle in den Darm färbt sich die Bindehaut nach und nach gelb und wird ebenso wieder weiß, wenn jene Ergießung wieder hergestellt ist; die zerstückelte Linse verschwindet in der wässerigen Augenfeuchtigkeit erst nach einiger Zeit, und an Exostosen oder anderen Geschwülsten nagt der Organismus Monate lang, ehe er sie überwältigt. Daraus, daß eine Tanne ganz andere Blätter hat als vor zehn Jahren und doch immer grün geblieben ist, folgt nicht, daß sie in jedem Augenblicke immer neue Blätter gebildet hat, vielmehr lehrt die sinnliche Beobachtung, daß diese wirklich beharrliche Materie sind, aber nur einzeln abfallen und durch andere ersetzt werden. 3) Jedermann weiß, daß ein Verlust an Blut erst nach mehrern Tagen oder Wochen ersetzt

wird, und daß dazu außer gehörigen Nahrungsmitteln auch ein normales Vonstattengehen der assimilirenden Functionen erforderlich ist: im Verhältniß zu diesen Erfahrungen erscheint die augenblickliche Blutbildung in jener Theorie als ein Wunder. Bei einem Aderlasse am Fuße können wir aus der Vene der großen Zehe in wenig Minuten mehr Blut strömen sehen, als letztere selbst wiegt; Blundell führte bei einem Hunde, der noch nicht 12 Pfund wog, binnen 24 Minuten 12 Pfund Blut aus der Carotis in die Schenkelvene über, und sonach hätten die Lungen in dieser Zeit mehr Blut gebildet, als das ganze Thier wog, wenn nicht dasselbe Blut, das durch die Lungenarterien gekommen, auch durch die Lungenvenen immer wieder zurückgeführt worden wäre. Nach jener Theorie müßte im Gehirne und im Auge noch mehr Blut erzeugt werden als in gleich großen Organen des plastischen Lebens; und da wir an getödteten Thieren durch künstliches Athmen den Kreislauf unterhalten, so müßte die Bildung des neuen Blutes ein vom Gesammtleben unabhängiger, chemisch-mechanischer Proceß seyn. 4) Will man die Capacität der Adern zum Maaßstabe nehmen, so kommen, wie schon Oudemann (Nr. 491. p. 34) gezeigt hat, ebenfalls ganz unglaubliche Resultate zum Vorscheine. Wenn sich nämlich die Capacität der Venen zu der der Arterien wie 5 : 3 verhält, und die entsprechende stärkere Anfüllung der Venen von der Aufnahme neu gebildeten Blutes abhinge, so müßte bei jedem Kreislaufe die Blutmasse um $\frac{1}{4}$ zunehmen; also gesetzt, es wären 15 Pfund Blut in den Venen, und 9 Pfund in den Arterien, so müßten bei jedem Kreislaufe binnen 3 Minuten 6 Pfund oder binnen 24 Stunden 2880 Pfund neues Blut an der Peripherie gebildet und von den Venen aufgenommen werden. Dieses Plus von Blut kann nun nicht auf dem einfachen Wege aus den Venen durch das Herz in die Arterien geführt werden, denn sonst wären ja diese eben so angefüllt wie jene; da es gleichwohl (mit Ausnahme des Pfortaderblutes) in keine anderen Organe gelangt, so finden wir keinen andern Ausweg, als anzunehmen, daß es vom Herzen eingesogen wird; dieses muß aber, da es sich gleich bleibt, eben soviel Blut aus seiner Substanz wieder bilden, und so bleibt denn immer nach jeden 24 Stunden ein Überschuß von 2880 Pf.

Blut zur Disposition für die Theorie. 5) Dies balancirt aber mit dem Aufwande, den die übrigen Organe zur Bildung des neuen Blutes machen: wenn sie nämlich durch die Venen mehr Blut zum Herzen senden, als sie durch die Arterien empfangen haben, so muß ihr ganzes Leben eine stete Abzehrung seyn, und wenn sie so viel Blut bilden, um wieviel die Masse des venösen Blutes die des arteriösen übertrifft, so müssen sie 75 Minuten nach dem Anfange dieses Herganges völlig verzehrt seyn. Somit scheint denn diese Theorie der einiger Völkerschaften nicht unähnlich, nach welcher im letzten Viertel der Mond stirbt, und im ersten Viertel ein neuer geboren wird.

§. 701. Daß die Venen A) überhaupt ihr Blut nur von den Arterien empfangen, ist durch folgende Thatsachen erwiesen. a) Nirgends entspringen Venen, wo nicht Arterien endeten. b) Wenn man bei Leichnamen die Arterien injicirt, und deren Verzweigungen nicht durch Gerinnsel oder durch Flüssigkeit, deren Abfluß gehindert wird, angefüllt sind, so geht die Masse in die Venen über. c) Nach dem Tode findet man die Arterien gewöhnlich leer, und alles Blut in den Venen; es muß also aus jenen in diese übergehen, und man kann diesen Übergang bei sterbenden Thieren, z. B. am Gekröse von Fröschen, beobachten. d) Aus verwundeten Venenästen kann eine vollständige Verblutung erfolgen. e) Nach Infusion einer fremden Flüssigkeit in die Arterien eines lebenden Thieres findet man dieselbe Flüssigkeit in den Venen wieder: so spritzte King Milch in eine Arterie und sah sie im Venenblute wieder (Nr. 494. I. S. 192); wenn Magendie (Nr. 216. I. p. 111) einem Hunde Wasser in die Schenkelarterie spritzte, so floß aus der Schenkelvene erst mit Blut gemischtes, dann reines Wasser; Wedemeyer (Nr. 529. S. 180) sah warmes Wasser, welches er einem Pferde in die Armarterie spritzte, aus der Armvene wieder ausfließen, und zwar bei jedem Drucke mit dem Stempel der Spritze in einem stärkern Strome. Daß fremde Substanzen, in das Hohlvenensystem gespritzt, im Blute des Aortensystemes und in den daraus secernirten Flüssigkeiten sich wieder finden, also aus den Lungenarterien in die Lungenvenen übergegangen seyn müssen, ist durch hundertfältige Erfahrung bewiesen (§. 744. 745); um nur ein Beispiel anzuführen, so sah Mayer die Milch, welche

er in die Halsvene eines Kaninchens gespritzt hatte, im Blute der Aorta und der Pfortader; sie war also nicht nur aus den Lungenarterien in die Lungenvenen, sondern auch aus den Darmarterien in die Darmvenen übergegangen. f) Wo kein Blut durch die Arterien zufließen kann, da fließt auch kein Blut durch die entsprechenden Venen zurück. Wenn Spallanzani (Nr. 493. p. 183) am Salamander das Herz mit dem Finger zusammendrückte, so hörte der Blutlauf zuerst in den Arterien, dann in den Venen auf und stellte sich nach Aufhebung des Druckes in derselben Folge wieder her; eben so verhielt es sich nach Unterbindung der Aorta (ebd. p. 185). Magendie (Nr. 216. I. p. 110. Nr. 247. II. p. 323) legte bei einem Hunde die Schenkeladern frei und schnürte die darunter liegende Stelle des Schenkels zusammen, so daß kein Blut durch die übrigen Adern fließen konnte: drückte er nun die Arterie zusammen, so nahm der Blutstrom aus der geöffneten Vene ab, hörte nach völliger Entleerung der Arterie ganz auf und trat nach Entfernung des Druckes wieder ein; ließ er wenig Blut in die Arterie fließen, so rieselte es aus der Vene, und ließ er jene ganz frei, so spritzte es aus dieser. Schottin beobachtete eine Frau mit einem varikösen Aneurysma am Arme, durch deren vena cephalica das Blut deutlich hindurch schimmerte: bei einem Drucke auf die Achselarterie wurde der Arm blutleer, und nach einer augenblicklichen Aufhebung des Druckes strömte das eingetretene Blut durch die Vene schnell zurück (Nr. 189. 1823. S. 524). — g) Es ist irrig, wenn Kerr (Nr. 498. p. 57) behauptet, es habe noch Niemand den Übergang der Blutkörner aus den Arterien in die Venen gesehen: im siebzehnten Jahrhunderte wurde er schon von Malpighi, dann von Leuwenhoek, endlich von Cowper beobachtet. Später sahen ihn Hales (Nr. 484. S. 63) an den Lungen von Fröschen, Haller (Nr. 152. I. p. 176) an den Schwänzen von Fischen, Reichel (Nr. 486. p. 16) im Gekröse von Fröschen, Spallanzani (Nr. 493. p. 255) bei Fröschen und Salamandern; Forchhammer (Nr. 279. p. 12) erkannte an den Flossen und Kiemen der Embryonen des Schleimfisches, daß alles Blut der Arterien in die Venen übergeht; Döllinger sah ebenfalls an Fischembryonen dasselbe Blut, welches in den Arterien zugeströmt war,

in den Venen zurückfließen. B) Wenn nun aber der Übergang des Blutes aus den Arterien in die Venen gewiß ist, so kann dasselbe entweder aus jenen sich ergießen, ehe es von diesen aufgenommen wird (h); oder dabei immer in Canälen eingeschlossen bleiben (§. 697), und wiewohl diese Frage schon durch die zuletzt (g) erwähnten Beobachtungen beantwortet ist, so müssen wir doch auf sie eingehen; da noch verschiedene Meinungen darüber gelten. h) Daß sich das Blut aus den Enden der Arterien in das Parenchyma der Organe ergieße, ehe es in die Venen trete, wurde in der ersten Zeit nach Entdeckung des Kreislaufes von Pecquet, Mayow und Andern angenommen (Nr. 95. I. p. 92), aber bei dem Fortschreiten der anatomischen Technik als unstatthaft erkannt, bis es in den neuern Zeiten wieder behauptet worden ist. Die Gefäße, sagt Schmidt (Nr. 9. S. 33 fg.), sind Schranken des Blutes, die es ohne Zersetzung zum Orte seiner Bestimmung leiten; ist es hier angekommen, so ergießt es sich ohne Schranke frei in die thierische Masse, und es giebt somit keine Haargefäße. Henszler behauptet das Daseyn offener Mündungen nur an den Enden einiger Arterien (Nr. 517. S. 134), nämlich derer, die zur Ernährung dienen (ebd. S. 140), und zwar theils weil die Lebenserscheinungen nicht anders zu erklären sind, theils weil folgende Thatsachen dafür sprechen: jeder noch so feine Nadelstich blutet, da nun nicht Alles Gefäß ist, so muß Blut im Zellgewebe ergossen seyn (ebd. S. 150); an Injectionspräparaten sieht man immer freie Mündungen der Arterien unter der Loupe, wie mit bloßen Augen (ebd. S. 158); in weißer, zarter Haut von Menschen sieht man, besonders wenn man sie in einer Falte aufhebt und preßt, Zellen, in welchen Blut ergossen ist als Blutpünctchen (ebd. S. 162); endlich bei einem gelinden Drucke auf die Ader eines Fisches bleibt zwar das Blut in ihren feinsten Enden stehen, aber bei fortgesetztem Drucke tritt es heraus und verfließt in das Zellgewebe, welches davon schmuzigroth wird (ebd. S. 165 fg.). Ofterdinger führt für solche Ergießung des Blutes noch eine Beobachtung an, die er an einem durch Blausäure vergifteten Kaninchen anstellte: er fand nämlich in der Substanz der blutleeren Lungen keine Gefäße und Bläschen, sondern lauter Löcherchen (Nr. 243. 1829.

S. 243). — Diese Lehre beruht, um nur das Wesentlichste zu berühren, auf der Meinung, daß ohne einen Austritt des Blutes aus den Adern die Ernährung unmöglich sey: diese Meinung werden wir späterhin beleuchten. Übrigens finden wir 1) an einem lebendig geöffneten oder frisch getödteten Thiere keine Spur von ausgetretenem Blute, vielmehr die ganze Substanz mit ganz klarer, seröser Feuchtigkeit getränkt; wäre nur ein Tröpfchen Blut da, so müßte das Serum röthlich gefärbt seyn. 2) Wir sehen das Blut in den Venen in gleichförmiger Strömung fließen, also müßten sie ebenso gleichförmig und schnell das aus den Arterien getretene Blut mit ihren offenen Mündungen wieder aufnehmen, da doch factisch ausgetretenes Blut bei Petechien und Sugillationen bekanntlich nur sehr langsam eingesogen wird. Fände aber auch eine solche wundervolle Harmonie zwischen den nicht mit einander zusammenhängenden Arterien und Venen Statt, so müßte sie doch leicht gestört werden können, und es müßten sichtbare Blutaustretungen die häufigsten Krankheiten seyn: diese kommen aber, abgesehen von Ergießung aus zerrissenen Gefäßen, äußerst selten vor, und nur unter solchen Umständen, wo sie theils von zu geringer Consistenz des Blutes, theils von geschwächter Cohäsion der Gefäßwand abgeleitet werden können. 3) Bei Hemmung der venösen Strömung müßte nothwendig das ausgetretene Blut in größeren Massen sich ansammeln; aber es entsteht bei Blutaderknoten z. B. in der Schwangerschaft nie eine sichtbare Blutergießung, und noch nie hat ein Beobachter nach Unterbindung einer Vene Blut an deren Wurzelreisern extravasirt gefunden. Bei einem solchen Drucke auf die Venen ergießt sich zwar häufig Serum in das Zellgewebe, aber nur reines ohne alle Beimischung von Blute. 4) Bei Injectionen geht die Masse ohne alles Extravasat aus den Arterien in die Venen über, und man erkennt dann, daß beiderlei Adern durch allmähligen Übergang in die dazwischen liegenden Haargefäße mit einander zusammenhängen. Letztere enthalten oft noch etwas, zum Theil geronnenes oder doch verdicktes Blut, welches den Übergang in die Venen hindert; in solchem Falle kann man mit sehr großer Gewalt den Stempel drücken: die Injection tritt nicht aus, bis endlich mit einem Male eine Ader reißt, und dann die Masse in

Klumpen sich ergießt. Sind die Haargefäße frei, so lassen sie sich leicht anfüllen: ich spritzte unter Anderem an einem und demselben Leichname, der 30 Stunden lang bei der Sommerhitze im Bette gelassen worden war und schon die Vorboten der Fäulniß zeigte, eine Auflösung von Natrum in die Carotiden und Schenkelarterien; aus den Hals- und Schenkelvenen floß erst dickes, dann immer dünneres Blut und endlich die Natrumauflösung aus; hierauf spritzte ich Wachsmasse so lange ein, bis sie aus den Venen ausfloß, die ich dann unterband: die welke Haut war wieder prall, die eingesunkenen Wangen, Lippen, Augenlieder hatten wieder die Turgescenz und Form wie im Leben, und die Haargefäße, namentlich des Gehirnes und Rückenmarkes, waren vollständig mit der eingespritzten Masse gefüllt, ohne die geringste Spur von Extravasat. An eingespritzten Haargefäßen sieht man unter dem schärfsten Mikroskope keine offenen Mündungen, die natürlich auch gar nicht da seyn können, da sonst die Masse ausgeflossen seyn würde; Öffnungen, die selbst dem bloßen Auge sichtbar seyn sollen, sind bestimmt beim Durchschneiden oder Beschädigen des trocknen Präparates entstanden. Ist ein gefäßreicher Theil, z. B. ein Stück Haut, glücklich eingespritzt, so erscheint die ganze Fläche von der Injectionsmasse völlig gleichförmig gefärbt, so daß diese, wenn sie noch flüssig wäre, bei einem Stiche mit der feinsten Nadel hervortreten müßte; erst unter der Loupe erkennt man, daß die Färbung discreten Haargefäßen angehört. Wenn man diese für Kunsterzeugnisse erklärt, so beweist man der Geschicklichkeit des Anatomen zu viel, und seiner Beurtheilungskraft zu wenig Vertrauen. Extravasate kommen zu häufig vor, als daß man sie nicht an dem plötzlichen Aufhören des Widerstandes gegen die Spritze und an dem unbeschränkten Einströmen großer Quantitäten von Masse schon in ihrem Entstehen, und, wenn sie gebildet sind, an ihrer klumpigen Anhäufung und ihrer durch die umgebenden Theile bestimmten Form erkennen sollte. Die Haargefäße hingegen erscheinen als zarte, verzweigte, oft netzförmig verbundene Fäden, und die Art ihres Verlaufes, ihrer Verzweigung und Verbindung ist in jedem Organe besonders modificirt: ein geübtes Auge erkennt an diesem eigenthümlichen Bildungstypus, von welchem Organe das ihm vorgelegte

Präparat von Haargefäßen genommen ist, und nie kommen durch einen Zufall die Gefäßformen der Nieren in der Leber, oder die der Leber in der Milz u. s. w. vor. 5) Die Beobachtung des Blutlaufes unter dem Mikroskope bestätigt das Resultat der anatomischen Injection. Träte das Blut aus den Arterien, so müßte man die Stelle unterscheiden können, wo die Gefäßwand aufhörte; das Blut müßte, befreit von seinen Schranken, mit größerer Schnelligkeit ausströmen und sich nun freier ausbreiten. Von dem Allen sieht man nichts: in ununterbrochenem Zusammenhange mit den größeren Ästen fließt das Blut gleichförmig in linearischen Strömungen, häufig mit vielfachen Windungen, die immerfort dieselbe Richtung behalten, nach der Peripherie und von derselben zurück. So findet man es bei jeder Untersuchung; so sahen es die oben (g) angeführten Beobachter; Kaltenbrunner spricht es aus, indem er sagt, daß man die Blutkörner in ununterbrochenem Strome aus den Arterien durch die Haargefäße in die Venen laufen sieht (Nr. 196. XVI. S. 308); auch Wedemeyer (Nr. 529. S. 261) erklärt es für factisch, daß das Blut aus den Arterien in die Venen geht, und daß nirgends seitliche Poren oder offene Enden vorhanden sind, wodurch es aus den Arterien oder in die Venen treten könnte. 6) Wenn dies im Allgemeinen völlig erwiesen und durch keine Muthmaaßungen zu widerlegen ist, so könnten doch in einzelnen Organen oder bei einzelnen Thierarten Ausnahmen vorkommen. Solche Ausnahmen hat man häufig zu finden geglaubt; in mehrern Fällen aber hat eine genauere Untersuchung den Ungrund dieser Annahmen erwiesen; vielleicht daß die jetzt noch geltenden Ausnahmen ein gleiches Schicksal erwartet. Mehrere Physiologen, z. B. Senac (Nr. 489. II. p. 182), behaupteten einen Austritt des Blutes in dem Zeugungsgliede, dem Fruchthälter und den Brüsten: aber es ist bewiesen, daß das, was man für offene Zellen ansah, nur Erweiterungen (sinus) der Venen sind und in ununterbrochener Continuität mit diesen stehen (§. 278, c. 346, a). Die Blutleiter des Gehirnes sind Venen mit Scheiden, welche von der festen Hirnhaut gebildet werden; und wiewohl es auf den ersten Anblick scheint, als ergösse sich das Blut in der Knochensubstanz ganz frei, so hat doch Breschet (Nr.

530. p. 25) auch hier die Venenhaut nachgewiesen. Neuerlich hat Home Seitenöffnungen in den Arterien der Nebennieren behauptet und abgebildet, aus welchen kein Blut, sondern Fett austreten soll; wie dies vor sich geht, ist kaum zu begreifen; übrigens habe ich bei den feinsten Injectionen der Nebennieren keine solchen Öffnungen sehen können. — Wedemeyer behauptet, beim Salamander seyen die Gefäße der Lungenbläschen wie ein Sieb durchbohrt, und die Blutkörner treten durch diese Öffnungen der Arterien in das Parenchyma, rollen wie Erbsen in diesem hin und treten in die Öffnungen der Venen; aber er giebt zugleich an, daß sie in unzähligen Verschlingungen und doch in einer und derselben Richtung durch das Parenchyma gehen, was zu obiger Behauptung schwerlich paßt (Nr. 243. 1828. S. 348). Gruithuisen (Nr. 161. S. 159) sah am Rande der Leber eines Frosches Zwischenräume zwischen den Drüsenkörnchen, in welche das Blut sich ergoß: allein damit ist noch nicht erwiesen, daß die Aderhaut hier gefehlt hätte. Nach Rathke (Nr. 119. S. 71) ergießt sich bei der Pricke arterielles Blut in das Gewebe der Zeugungsorgane, ohne in besondere Gefäße eingeschlossen zu seyn, und umflutet die Eier oder Hodenkügelchen, als wäre es in einen Schwamm getreten: indessen dürfen wir der Analogie nach vermuthen, daß auch hier an den Wandungen die Aderhaut nicht fehlt. Cuvier meinte, bei den Aplysien trete das Blut aus den Arterien und werde von den Venen eingesogen: aber Rudolphi (Nr. 102. II. 2. Abthl. S. 176) hat die Arterien dieser Thiere ohne Extravasat bis in die feinsten Zweige injicirt. Bei den Isopoden scheint nach Audouin das Blut aus den Arterien in die Lücken zwischen den Organen zu fließen und von da in die Lungenarterien überzugehen: indeß fand es Audouin bei den genauer untersuchten Dekapoden für wahrscheinlich, daß die Venen Fortsetzungen der Arterien sind, aber nur aus einer dünnen Membran bestehen, die am Gewebe der Organe wie im Gehirne von Mammalien an der festen Hirnhaut angeheftet sind. Endlich behauptet Treviranus (Nr. 568. I. S. 229), daß sich in den Kiemenblättern der meisten Crustaceen keine Gefäße entdecken lassen, das Blut vielmehr in den Raum zwischen den zwei häutigen Platten, woraus sie bestehen, sich ergießt und

einen halbkreisförmigen Umlauf daselbst macht. Es gränzt freilich an die Unmöglichkeit, in so zarten Theilen die durchsichtige Wandung sichtbar nachzuweisen; aber es scheint auch gewiß, daß das Blut in seiner Eigenthümlichkeit nur da besteht, wo es in der Ader eingeschlossen ist, und daß es bei der freien Ergießung oder bei der Tränkung der organischen Substanz aufhört, wirkliches Blut zu seyn (§. 661. 692, a. 698). [Zusätze von J. Müller. In den organisirten Theilen geschieht der Übergang des Blutes aus den feinsten Zweigen der Arterien in die feinsten Zweige der Venen durch netzförmige, mikroskopische Haargefäße, in deren Maschen die eigentliche Substanz der Gewebe liegt. So sieht man es an allen feinen Injectionen; eben so bei mikroskopischer Beobachtung des Blutlaufes durch die lebenden thierischen Theile. Zu letzterer dienen meistens nur durchsichtige Theile, wie die Schwimmhaut, die Lungen, die Harnblase der Frösche, der Schwanz von Frosch- und Tritonenlarven, das bebrütete Ei von Vögeln, Amphibien und Fischen, junge Fischchen, die Kiemen der Tritonen- und Krötenlarven, so wie des Proteus, die Flossen der Fische, die Fledermausflügel, das Mesenterium aller Thiere. Allein man kann bei Tritonenlarven auch in fast allen undurchsichtigen Theilen mit Hülfe eines einfachen Mikroskopes diesen Übergang vollkommen deutlich, wie sonst an durchsichtigen Theilen, beobachten. Man überzeugt sich hierbei abermahls, daß alle organischen Theile sich in Hinsicht der Haargefäßnetze fast ganz gleich verhalten. Selbst untersucht habe ich den Blutlauf in der Schwimmhaut der Frösche, im Mesenterium der Frösche, Kröten, Mäuse, in der Keimhaut der Vögel, des Bufo obstetricius, und der Eidechsen, an den Kiemen der Tritonenlarven und des Proteus, im Flügel der Fledermaus, im Schwanze der Froschlarven, in Leber, Gallenblase, Darmcanale und vielen andern Theilen der Tritonenlarven, unter den Insecten bei einer jungen Scutigera, unter den Würmern bei Hirudo vulgaris. Nur die Insecten und niederen Crustaceen haben keine netzförmigen Übergänge zwischen zuführenden und abführenden Gefäßen, sondern einfache unmittelbare Übergänge. — Die feinsten Arterien bilden zuletzt immer mehr Anastomosen unter einander; diese Anastomosen gehen endlich in ein continuirliches Netz von Capillargefäßen über,

aus denen sich die Venenanfänge mit vielen Anastomosen wieder sammeln. Der Übergang der Arterien und Venen in die Capillargefäße ist daher nur relativ, und man kann nicht mit Bestimmtheit sagen, wo die einen anfangen und die andern aufhören. Auch sind die Übergänge der Arterien in Venen nicht überall gleich fein, und man sieht öfters feinere Arterienzweige, deren Lumen mehrere Blutkörner faßt, in feine Venen umbiegen, während die feinsten Capillargefäße, wodurch dieser Übergang geschieht, nur einzelne Blutkörner zu fassen vermögen. Allein die feinsten Capillargefäße werden nicht mehr in einer Richtung dünner, sondern sie behalten in den Netzen selbst überall einen gleich dünnen Durchmesser und werden nur da allmählig dicker, wo sie in die feinen arteriösen und venösen Zweige übergehen. Alles dies berechtigt nicht, ein besonderes Capillargefäßsystem im Gegensatze der Arterien und Venen mit Bichat anzunehmen. Die hauptsächlichsten Verschiedenheiten, welche man am Übergange der Arterien in die Venen bemerkt, sind folgende. 1) Das arterielle Strömchen biegt sich um und wird ohne Weiteres zur Vene. Dies haben besonders Haller, Döllinger und Österreicher bei jungen Fischen bemerkt, wo der arterielle Strom gegen Ende des Schwanzes ohne weitere Schlingen zur Vene umbiegt. 2) In den Kiemen der Fische und der Larven von Salamandern, Fröschen und Kröten bestehen die feinsten Kiemenblättchen aus einem aufsteigenden und einem niedersteigenden Strömchen, welche unmittelbar in einander umbiegen und durch regelmäßige Quergefäße ebenfalls mit einander communiciren, wie Configliachis und meine eigenen Untersuchungen ergeben. Rusconi hat die Quergefäße zwischen arteriellen und venösen Strömchen übersehen und bloß die vordere Umbiegung abgebildet. 3) Der häufigste Fall ist, daß sich die feinsten Arterien dendritisch verzweigen, unter einander anastomosiren, zuletzt netzartig werden, und daß sich aus den Netzen wieder die dendritischen Anfänge der Venen sammeln. Zu diesen Netzen führen theils parallel an einander liegende, theils nahe, aber nicht an einander liegende Arterien und Venen. In der Leber erhält dasselbe Capillargefäßnetz zuführende Zweige von der Leberarterie und der Pfortader, und abführende Zweige von den Lebervenen, wie uns gute Injectionen

lehren. Zum Capillargefäßnetze der Lungen führen außer den Lungenarterien auch Äste von den Bronchialarterien; es ist auch bekannt, daß selbst stärkere Zweige von beiderlei Arterien communiciren. Bei Reptilien und Fischen, welche außer den Arterien und Venen auch zuführende Venen der Nieren besitzen, hat dieselbe Capillargefäßcommunication zwischen diesen Statt, denn das Quecksilber dringt beim Frosche sogleich aus der einen Ordnung der Gefäße in die andere mit sichtbaren Übergängen über. 4) Mathematisch regelmäßige Capillargefäßnetze von viereckiger Form der Maschen kommen an den Kiemen vieler Mollusken, besonders der Acephalen, z. B. Muscheln und Ascidien, vor. — Das Bild des Blutlaufes ist in allen untersuchten Theilen von Wirbelthieren fast ganz gleich: die Substantia propria der Organe erscheint zwischen den Capillargefäßnetzen als Substanzinseln von unregelmäßiger Gestalt. — Abbildungen der Capillargefäße im lebenden Zustande haben gegeben Reichel (Nr. 486) vom Gekröse der Frösche, Cowper von den Lungen der Frösche (Nr. 172. num. 285), Rusconi und Configliachi (del Proteo anguino) von den Kiemen des Proteus, Steinbuch von den Kiemen der Tritonenlarven (Analekten von Beobachtungen und Untersuchungen für die Naturkunde. Fürth, 1802. 8.), Baumgärtner (Nr. 533) von Fisch-, Frosch-, Salamanderembryonen und Larven, J. Müller von der Leber der Tritonenlarven (de glandularum structura tab. X fig. 10) und von den Kiemen des Embryo von Bufo obstetricius (ebd. fig. 7.), Gruithuisen (Nr. 161) von der Leber des Frosches, Pander (Nr. 283) von der area vasculosa des Vogeleies, Döllinger von jungen Fischchen (Nr. 176. VII), Schultz (Nr. 506) von der Schwimmhaut der Frösche, Kaltenbrunner (Nr. 525) von verschiedenen Theilen der Frösche und Säugethiere, Prevost und Dumas von den Lungen des Salamanders (Nr. 247 neue Auflage), Rusconi (Nr. 27. 321) von den Kiemen der Tritonenlarven, J. Müller von Hirudo vulgaris (Nr. 243. 1828), Gruithuisen von Daphnia sima (Nr. 175. XIV), Carus (Nr. 347) von den Insecten. — Die Capillargefäße sind also in allen organisirten Theilen nur die netzförmigen Übergänge der Arterien in Venen, und in keinem Theile giebt es freie

Endigungen der Blutgefäße, wovon die Alten so viel redeten, und worauf die Pathologen so manche Theorie gebaut haben: selbst in den Darmzotten giebt es nur Netze und Schlingen der Arterien und Venen. Man muß dies Ergebniß aller feineren Injectionen und mikroskopischen Beobachtungen des Blutlaufes selbst um so sicherer festhalten, da leider Haller die Hypothese von den offenen Enden der Blutgefäße, wovon er fünf Arten (in Membranen, Lymphgefäße, secernirende Canäle, Fett und Venen) annahm, nur zu sehr nach den rohen physiologischen Vorstellungen seiner Vorgänger befestigt hat. Allein in jenen Zeiten waren diese Öffnungen ein nothwendiges Postulat, weil man sich nicht einmahl die Absonderung des Schleimes und des Fettes ohne offene Gefäßenden denken konnte. Von allen jenen Übergängen der Arterien existirt kein einziger als der alleinige in Venen.]

§. 702. Wenn nun das Blut durch Canäle aus den Arterien in die Venen übergeführt wird, so können diese Canäle entweder bloße Lücken in der organischen Substanz (A) oder wirkliche Adern seyn, welche einerseits in die Arterien, andererseits in die Venen sich fortsetzen und Haargefäße (vasa capillaria) genannt werden (B). A) Döllinger (Nr. 539. S. 25 fg.) sagt: die kleinsten Blutströme ergießen sich frei durch den Thierstoff, und kein Mensch wird ferner an Haargefäße denken, wenn er nur einmahl den Kreislauf gesehen hat; der dazwischen liegende Thierstoff ist an getrockneten Injectionspräparaten zusammengeschrumpft, und man sieht nur die an die Stelle der Blutströmchen getretene Injectionsmasse. Daß der Thierstoff von Blutströmen nicht anders als der Sand von Bächen durchschnitten ist, beweist Döllinger (Nr. 176. VII. S. 179) durch seine Beobachtungen an Fischembryonen, nach welchen theils mit fortschreitender Ausbildung der Blutstrom neue Zweige und Richtungsformen erhält, theils einzelne Blutkörner bisweilen aus demselben herausgeschleudert werden, eine Strecke außer ihm hinlaufen und dann entweder zu ihm zurückkehren, oder, sich einen eigenen Weg bahnend, mit andern Strömchen zusammenfließen, oder endlich in die organische Urmasse sich verlieren (ebd. S. 187 fg.). Nach ihm nimmt Meyen (Nr. 520. p. 25) an, daß die Arterien und Venen im Parenchyma endigen, und die Haar=

gefäße nur cylindrische Aushöhlungen desselben ohne eigene Wandungen sind. Oesterreicher (Nr. 524. S. 103 fg.) fügt noch als Beweise hinzu, daß sich auch sonst neue Äste aus Arterien bilden, und neu entstandene Stämme in Venen münden, und daß man einen Austritt des Blutes aus den Arterien nach den obigen (§. 696, b) Beobachtungen gesehen habe, wiewohl er zugleich sagt, daß die Adern keine Öffnungen haben, sondern nur mit dem Zellgewebe allmählig verschmelzen und als besondere Canäle zu existiren aufhören. Nach Kaltenbrunner treten die Blutkörner im gesunden Zustande weder aus den größten, noch aus den feinsten Gefäßen hervor; diese aber haben keine eigenen Wände, sondern sind Aushöhlungen im Parenchyma, denn nie sieht man eine eigene Wand derselben; bei der mikroskopischen Beobachtung der Schwanzflosse eines Fisches sieht man anfangs den Blutlauf ziemlich regelmäßig, doch bald wird er langsamer, dann unregelmäßig: die Canäle erweitern sich, fallen plötzlich aus einander, und die Blutkörner extravasiren in das Parenchyma, so daß man kein regelmäßiges Gefäß mehr in der ganzen Flosse sieht (Nr. 196. XVI. S. 308 fg.). Wedemeyer (Nr. 529. S. 262) theilt dieselbe Ansicht. — B) Unter Haargefäßen versteht man diejenigen Adern, welche wegen ihrer Feinheit mit Haarröhrchen verglichen werden können, und in denen der Blutstrom aus der arteriösen Richtung in die venöse übergeht und zum Theil unbestimmt zwischen beiden schwankt. Allein diese Adern gehen in unmerklicher Abstufung und durch ganz allmählige Zunahme ihres Durchmessers einerseits in Arterien, andererseits in Venen über, so daß eine bestimmte Gränze derselben nicht angegeben werden kann; auch hat der Blutlauf in einigen eine entschieden arteriöse, in anderen eine venöse Richtung, und man würde, wenn man sie nach dem Wechsel dieser Richtung bestimmen wollte, zum Theil nur Wendepuncte von Adern als Haargefäße behalten. Wollte man ihren physiologischen Charakter, vermöge dessen ihr Blut mit den Organen und der Außenwelt in Wechselwirkung tritt, in Anspruch nehmen, so würde es immer unmöglich bleiben, anzugeben, wo das Haargefäß anfängt, und wo es endet. Denkt man sich also unter dem Haargefäßsysteme eine eigenthümliche Art von Adern, die durch positive Merkmale von den

Arterien, Venen und Saugadern eben so bestimmt wie diese unter einander sich unterscheiden, so muß man das Daseyn eines solchen Systemes läugnen. Bedient man sich aber dieses Namens als einer Abkürzung für die feinsten Verzweigungen der Arterien und Venen, so ist nichts Erhebliches dagegen einzuwenden. Daß nun die Haargefäße eigene Wandungen haben oder wirkliche Adern sind, wird uns a) wahrscheinlich, wenn wir nach allgemeinen Ansichten urtheilen. Die Entwickelungsgeschichte des Embryo hat uns gelehrt, daß die Blutströme, welche sich durch die organische Masse anfangs frei verbreiten, bald eigene Wandungen bekommen. Nirgends entstehen leere Adern, aber nirgends bleibt auch das Blut ohne Hülle: die Ader erscheint als die nothwendige Außenseite des Blutes; so lange dieses noch wirkliches Blut, d. h. der von allen übrigen Flüssigkeiten verschiedene Lebenssaft ist, schafft es sich auch vermöge seiner Eigenthümlichkeit seine Begränzung (§. 688, a). Nun geht das Blut an den Enden der Arterien nicht in neuen Bildungen völlig auf, sondern fließt als wesentlich dieselbe Substanz durch die Venen zurück: folglich muß es auch hier seine eigenen Adern haben. — Das Blutgefäßsystem schließt aber den Gegensatz von Centrum und Peripherie in sich. In seinem Centrum (Herz und Gefäßstämmen) tritt es selbstständig und mit besonderer Organisation auf, indem an die ursprüngliche Aderhaut Muskeln, contractile Fasern, ernährende Gefäße, Nerven, Zellgewebe und seröse Membran sich anlegen (§. 688, b—d). An dem entgegengesetzten, peripherischen Puncte (den Haargefäßen) tritt das Blut in Wechselwirkung mit der organischen Masse und zum Theil mit der Außenwelt, und das Blutgefäß giebt seine Selbstständigkeit auf, indem es ein Theil des eigenthümlichen Gewebes wird und seine äußeren Membranen ablegt; aber es behauptet doch dabei sein Daseyn, indem die gemeinsame Aderhaut, die den Blutkörper umschließt, ohne seine Wechselwirkung mit dem Äußern zu hemmen, verharrt. Wenn hiernach Centrum und Peripherie einander zwar entgegengesetzt sind, aber als Theile eines Ganzen im Wesentlichen übereinstimmen, so gehen sie vermöge der Continuität des Systemes, welches sie darstellen, durch Mittelstufen allmählig in einander über; je mehr die Ader ihrem peripherischen Wendepun-

cte sich nähert, um so dünnwandiger wird sie, um so mehr verliert sie an Selbstständigkeit, und um so inniger schließt sie sich den Organen an, mit welchen ihr Blut in nähern Verkehr treten soll; wie aber dieses hierbei nicht völlig untergeht, sondern sein Daseyn behauptet und als Blut zum Herzen zurückkehrt, so erhält sich auch seine eigene Wandung, und die Ader wird nicht mit den Organen völlig identisch. Man kann die Blutgefäße tief in die Substanz der Organe verfolgen, indem man sie entweder mit dem Messer ausgräbt oder durch Maceration entblößt; die Wandung wird immer dünner, und die feinsten Verzweigungen werden endlich vom Messer nicht erreicht und lösen sich bei der Maceration auf, aber die mikroskopische Beobachtung des fließenden Blutes, so wie der Injectionspräparate zeigt die vollständige Continuität des Gefäßsystemes und läßt nirgends eine Endigung der Gefäßwand erkennen. b) Die Richtung der Blutströmchen muß entweder durch die Beschaffenheit des Gewebes der Organe, oder durch das Eindringen des Blutes in eine formlose Masse bestimmt werden. Nun erscheinen die Blutströmchen im Leben, so wie die injicirten Haargefäße immer cylindrisch; folglich müßte das Parenchyma aller Organe aus parallelen Fasern bestehen, wenn die feinsten Blutströme, gleich dem Pflanzensafte in den Intercellulargängen, bloß den umliegenden Theilen ihre Begränzung verdankten: da nun eine solche Textur nicht nachzuweisen ist, so müssen wir annehmen, daß das Blut sich seine Bahn in weicher, formloser Substanz bildet. Daß aber diese Bahn nicht eine solche Rinne bleibt, sondern sich durch Bildung einer eigenen Wandung feststellt, geht aus mehrern Thatsachen hervor. Wäre sie nämlich eine solche Rinne in weicher Substanz, so müßte diese bei jedem Drucke, wie Weber (Nr. 569. I. S. 250) bemerkt, zusammenkleben und sich schließen: allein die Beobachtung hat gelehrt, daß, wenn die Haargefäße eines Theiles durch Druck völlig entleert worden waren, das hierauf neu einströmende Blut wieder in der alten Bahn sich bewegte, wie dies z. B. Wedemeyer (Nr. 529. S. 206 fg.) bemerkt. Wir finden ferner für immer in jedem Organe eine eigene Form in der Verbreitung der Haargefäße, und diese Beharrlichkeit der Form deutet auf eine Beharrlichkeit der Wandung. Flösse das Blut zwi-

schen thierischer Materie wie der Bach im Sande, so würden die eingespritzten Haargefäße nicht so regelmäßig cylindrisch, sondern ungleich, bald erweitert, bald verengt erscheinen. Haller (Nr. 152. I. p. 175), Döllinger (Nr. 176. VII. S. 187) und Wedemeyer (Nr. 529. S. 200) bemerkten schon, und man kann sich durch den Augenschein sehr bald davon überzeugen, daß arteriöse und venöse Strömchen zuweilen dicht neben oder quer über einander verlaufen, ohne daß ihre Richtung gestört wird: mithin müssen sie eigene Wandungen haben. Man hat die Luft, die bei lebenden Thieren in eine Arterie getrieben worden war, bald darauf aus der entsprechenden Vene hervortreten sehen (Nr. 528. S. 181): hätte sie nicht feste Wandungen in den Haargefäßen gefunden, so würde sie nicht den engern Weg genommen, sondern sich im Parenchyma der Organe ausgebreitet haben. Die Anfüllung der Haargefäße der Lungen mit Luft oder Quecksilber hemmte den Blutlauf (§. 744): wären es bloße Rinnen, so würde sich das Blut eine neue Bahn gebildet haben. Wenn sich in den Haargefäßen eines lebenden Thieres ein Gerinnsel gebildet hat, so werden die Blutkörner dadurch aufgehalten, ohne sich einen neuen Weg zu bahnen (§. 721, b), und ebenso hemmen sie in Anastomosen gegenseitig ihren Lauf (§. 714, i. 729, b.). c) In reinen Gefäßgebilden, namentlich in der Chorioïdea, ist gar keine Substanz vorhanden, in welcher sich Blutrinnen bilden könnten: hier aber, wo die Adern nicht durch Hinzutritt anderer Substanz eingehüllt sind, sieht man, wie Sömmerring (Nr. 176. VII. S. 12) nachgewiesen hat, an Injectionspräparaten die Haargefäße als Fortsetzungen der Arterien und Anfänge der Venen am deutlichsten, und so dicht an einander liegend, daß eine noch feinere Verzweigung nicht denkbar ist. Auch in der Substanz des Gehirnes, besonders der Streifenhügel, lassen sich die Haargefäße auch ohne Injection als eigene, äußerst zarte Fäden darstellen. d) Man läugnet die Wandungen, weil sie nicht sichtbar sind. Indeß ist die gemeinsame Aderhaut selbst an den todten Gefäßstämmen durchsichtig: um so mehr muß sie es in den feinsten Zweigen und während des Lebens (§. 634, i) seyn; eben weil man das von ihr eingeschlossene Blut fließen sieht, kann man sie selbst nicht sehen, so wie auch das durch-

sichtige Blutwasser unsichtbar und doch sicher vorhanden ist. Aber wo sie doppelt über einander liegt, giebt sie sich doch zu erkennen: schon Reichel (Nr. 486. p. 17) bemerkte an den Seiten des Blutstromes, wo die Wände näher über einander liegen, dunklere Streifen; Spallanzani (Nr. 493. p. 169 sq.) sagt, es sehe aus, als ob die feinsten Blutströme keine Wandung hätten, er habe jedoch hin und wieder Spuren davon als dunkle Ränder entdeckt; nach Wedemeyer (Nr. 529. S. 200) sieht man an den meisten Haargefäßen die Wände als zwei feine, parallele Linien, und J. Müller hat sich ebenfalls überzeugt, daß die feinsten Blutströmchen durch verdichteten Bildungsstoff begränzt sind (Nr. 243. 1829. S. 186), die Aderhaut ist aber eben nichts anderes als verdichteter Bildungsstoff. e) Döllinger beobachtete die oben angeführten Veränderungen der Strömung des Blutes und des Laufes einzelner Körner bei Embryonen von Fischen. Daß beim Embryo die Organe Blut bekommen, ehe noch Adern vorhanden sind, daß also anfangs das Blut in Rinnen fließt, die es eben durch sein Eindringen sich gebildet hat, leidet keinen Zweifel; aber es ist schon an und für sich wahrscheinlich, daß die Wandungen dieser Rinnen in Kurzem sich verdichten und gegen die übrige Substanz begränzen; schafft sich doch ja selbst der Bach im Sande durch seine Strömung allmählig ein glattes Bett. Aber eine solche allmählige Verdichtung ist selbst Gegenstand der Beobachtung: nach Spallanzanis (Nr. 493. p. 287) Beobachtung werden beim Hühnerembryo die anfangs durchsichtigen Gefäßstämme vom fünften Tage an undurchsichtig, und dies schreitet nach und nach zu den Ästen und Zweigen fort, so daß man am neunzehnten Tage in den feinsten Verzweigungen nur noch mit Mühe das Blut sieht; der Analogie nach dürfen wir vermuthen, daß eine ähnliche Verdichtung auch über die im Inneren der Organe enthaltenen Haargefäße sich ausbreitet. — Nachdem feste Wandungen sich gebildet haben, können noch Erscheinungen im Blutlaufe eintreten, welche das Daseyn solcher Wandungen zu widerlegen scheinen; Wedemeyer (Nr. 529. S. 200 fg.) sah bisweilen ein Blutkorn vom Strome abweichen, langsam und mit Pausen fortgehen und endlich in einen andern Strom sich einsenken, wohin ihm bald andere

folgten; aber in einigen dieser Fälle sah er deutlich, daß die anscheinend neu gebildete Bahn ein älteres zusammengefallenes Haargefäß war, dessen Spuren als zarte Linien im Zellgewebe sich zeigten. f) In Folge von Entzündungen bildet sich Blut mit neuen Adern, welche sich an die früher bestandenen anschließen. Diese Thatsache scheint gegen das Daseyn beharrlicher Wandungen zu streiten, ist aber in der That damit vereinbar. Wir wissen nämlich, daß bei der Entzündung selbst die dichtesten Gebilde erweicht und verflüssigt werden; indem ein solcher neuer Bildungshergang eine partielle und unvollkommene Wiederholung der primären Bildung ist, bei welcher auch Öffnungen an geschlossenen Canälen entstehen (§. 438, b); es ist daher ganz naturgemäß, daß die zarte Wandung eines Haargefäßes da, wo ein neues Blutströmchen gegen sie andringt, verflüssigt und durchbrochen wird. Doch muß eine nähere Betrachtung der Bildung neuer Gefäße und ihrer Einmündung in die alten für die im folgenden Bande dieses Werkes abzuhandelnde Lehre von der organischen Festbildung aufgespart bleiben. — Daß das Blut in der Schwanzflosse eines Fisches während des Sterbens sich aus den Haargefäßen in das Parenchyma ergossen habe, ist ein so unerhörtes Phänomen, daß man es von einem zufälligen Drucke abzuleiten versucht wird. [Zusätze von J. Müller. C. F. Wolff, Hunter, Döllinger, Gruithuisen, Wedemeyer, Österreicher, Baumgärtner leugneten die eigenen Wandungen, welche von Leuwenhoek, Haller, Spallanzani, Prochaska, Bichat, Rudolphi angenommen wurden. — Die Entstehung neuer Gefäße, welche Döllinger und Österreicher als Grund für die Nichtexistenz der Wandungen ansehen, beweist nichts für die schon gebildeten Gefäße. Die Breite der Ströme und die Kleinheit der Substanzinseln in den Lungen der Frösche und Salamander und in den Kiemen der Salamanderlarven, welche Wedemeyern zu jener Meinung bestimmte, beweist eher das Gegentheil, denn diese kleinen Inselchen müßten wohl zuweilen selbst an den Strömungen Antheil nehmen. Es giebt aber auch directe Beweise für die Existenz feinster membranöser Wandungen an den Capillargefäßen. Man kann sie nämlich darlegen in einem Parenchyma, welches sich im Was-

ser leicht auflöst und die Netze der Capillargefäße zurückläßt. So zeigten sich die Capillargefäße der Nieren, welche die ductus uriniferi serpentini der Corticalsubstanz umweben, als etwas Selbstständiges, wenn ich Stückchen der Nierensubstanz vom Eichhörnchen nur kurze Zeit in Wasser aufgeweicht hatte und dann mikroskopisch untersuchte. In der Chorioïdea, der Iris und dem Ciliarkörper zeigen sich die Capillargefäße noch weit deutlicher als selbstständig. Am evidentesten aber kann die Existenz der häutigen Wände der Capillargefäße an einem Organe erwiesen werden, welches G. R. Treviranus entdeckt hat: ich meine das plattenartige Organ in der Schnecke des Gehörorganes der Vögel. Nach den neuen schönen Beobachtungen von C. Windischmann (de penitiori auris structura in amphibiis. Bonn 1831. 4) sind diese Platten nur die Falten und Runzeln einer Haut, welche sich über die Spiralplatte in der Schnecke der Vögel wölbt. Diese Haut ist überaus zart und pulpös; die weiche Substanz derselben wird aber von einem außerordentlich schönen Gefäßnetze durchzogen, welches Windischmann und ich injicirt haben. Die weiche Substanz dieses Organes löst sich überaus leicht in Wasser auf, und es bleibt das wunderschöne Gefäßnetz mit leeren Maschen zurück; auch im nichtinjicirten Zustande erhalten sich nach Auflösung der pulpösen Substanz die schönen, feinen Gefäßschlingen und Netze mit deutlicher häutiger Wand. Übrigens muß man sich die Wände dieser zarten Ströme bloß als eine dichtere Gränze der Substanz, nicht aber als selbstständige Membranen denken.]

§. 703. Endlich haben wir die Frage zu beantworten, ob es unter den Haargefäßen auch solche giebt, die entweder bloßes Blutwasser, oder darin so wenige Blutkörner führen, daß sie ganz farblos sind und daher nicht gesehen werden? Diese sogenannten serösen Gefäße sind in der neuesten Zeit häufig, z. B. von Österreicher (Nr. 524. S. 113), geleugnet worden; aber, wie es scheint, mit Unrecht. Ihre Annahme stützt sich auf Injectionen (A), auf verschiedene Lebenserscheinungen (B) und auf den unter dem Mikroskope beobachteten Blutlauf in den Haargefäßen (C).

A) Aus den Injectionen schloß zuerst Ruysch auf das Daseyn seröser Gefäße. Es scheint nämlich, als ob hier eine größere Menge

von Gefäßen sichtbar würde, als im Leben mit Blut gefüllt sind, indem die hier nur blaßroth gefärbten Theile durch das eingespritzte Pigment viel stärker gefärbt sind. Wichtiger ist indeß, daß man manche Adern injiciren kann, die im gewöhnlichen Zustande kein rothes Blut führen, z B. die Zweige der Netzhautarterie an der Linsencapsel. B) Verschiedene Lebenserscheinungen bestimmten schon Vieussens zur Annahme seröser Gefäße. a) Zuerst giebt es Gebilde, die wenig oder gar kein rothes Blut erhalten und doch ernährt und angefeuchtet werden, z. B. die Knorpel, die fibrösen Membranen, die Spinnwebenhaut und die Bindehaut. Diese Theile sind nun, wie Wedemeyer (Nr. 529. S. 289) bemerkt, bei der Gelbsucht sammt dem Blutwasser vorzugsweise gelb gefärbt, während manche Theile, die rothes Blut empfangen, ihre natürliche Farbe behalten. b) Das durch Gemüthsbewegungen bewirkte Erröthen und Erbleichen, so wie die Färbung der Haut in heißem und in kaltem Wasser kann allenfalls auch ohne Annahme seröser Gefäße erklärt werden. Wichtiger ist das Erscheinen blutführender Gefäße bei der Entzündung in Gebilden, die sonst kein rothes Blut empfangen. Sie werden dann sichtbar in Theilen, deren Gefäße noch kein Anatom eingespritzt hat, z. B. in der Spinnwebenhaut (wie ein in Heidelberg befindliches Präparat beweist), oder in der Hornhaut; indeß ist es hier eben so gut möglich, daß sie erst durch die Entzündung gebildet worden, als daß sie im normalen Zustande vorhanden, aber nur mit Blutwasser gefüllt und zu eng sind, um eingespritzt werden zu können. Entscheidender ist die Beobachtung der Bindehaut, an welcher blutführende Gefäße bei irgend einer Reizung alsbald erscheinen. Man hat behauptet, das Blut, welches dann hier sichtbar wird, sey neu gebildet, oder aus den benachbarten Blutströmen in das aufgelockerte Parenchyma der an sich gefäßlosen Bindehaut gedrungen (nach Meyen Nr. 189. 1828 S. 405). Allein die Blutbildung, so wie die Auflockerung des Parenchyma kann wohl die Folge, aber nicht der Anfang der Entzündung seyn; daß die mannichfaltigsten mechanischen und chemischen Reize eine Bildung neuen Blutes veranlassen sollten, und daß diese in einem Nu vor sich ginge, würde der Heilkunst ein neues Feld eröffnen, gehört aber vor der Hand zu den unglaubli-

chen Dingen. Was aber die Haargefäße der Bindehaut anlangt, so lassen sich dieselben an einem ganz gesund gewesenen Auge einspritzen, wie sie denn Eble (Nr. 541. S. 40 fgg.) nach ihrem Ursprunge und Verlaufe genau beschrieben und (ebd. Fig. 7. 8) abgebildet hat, und da sie am lebenden Auge nicht mit Blut gefüllt sind, so ist hier das Daseyn seröser Gefäße erwiesen. Bisweilen bemerkt man an der Bindehaut bräunliche oder rothe Stellen wie Inseln, ohne Zusammenhang mit Gefäßen; allein auch diese Erscheinung läßt sich von zugeführtem Blute ableiten, indem die durch die normal beschaffenen Haargefäße einzeln zugeführten Blutkörner in den durch Reizung erweiterten sich anhäufen und dadurch eine Röthung bewirken können. c) Die oberflächlichsten Gefäße der Haut führen nur Blutwasser: denn bei vorsichtigem Abschneiden der Oberhaut fließt Serum aus, welches zuvor nicht daselbst angesammelt war, und bei einem tiefern Schnitte Blut. Schlaffe Geschwüre schwitzen oft Serum, bei vermehrter Reizung blutiges Serum, und bei noch stärkerer reines Blut aus; umgekehrt tritt an frischen Wunden aus den durchschnittenen Haargefäßen erst Blut, nach einigen Stunden blutiges, und noch später klares Serum: mithin tritt rothes Blut in Haargefäße, die sonst nur Blutwasser führen, sobald der Blutandrang vermehrt wird, und solche, die sonst rothes Blut enthalten, nehmen nur Blutwasser auf, wenn der Druck der Luft dem Blutandrange entgegenwirkt. So wechselt denn der Gehalt der Haargefäße an Blutwasser und Blutkörnern nach Maaßgabe des Lebenszustandes, und nur dann, wenn man feststehende Gränzen annehmen und die serösen Gefäße als eine eigene Art von Canälen betrachten wollte, würde man irren. C) Bei mikroskopischer Beobachtung des Blutlaufes sieht man d) für immer Blutströmchen, die aus einzelnen Reihen von Blutkörnern bestehen, also farblos sind und mit den bloßen Augen nicht gesehen werden; nimmt man nun, wie schon Senac (Nr. 489. II. p. 174), die serösen Gefäße in ihrer allgemeinsten Bedeutung als Haargefäße, die gewöhnlich farblos und deshalb unsichtbar sind, aber bei vermehrtem Blutandrange sich mit Blute füllen und roth erscheinen, so ist das Daseyn derselben erwiesen. e) In demselben Maaße, als der Durchmesser der Haargefäße abnimmt, nimmt, wie

Wedemeyer (Nr. 243. 1828. S. 346) bemerkt, ihr Gehalt an Blutwasser zu, an Blutkörnern ab, und es fließen daher nach J. Müllers (ebd. 1829. S. 186) Bemerkung die Blutkörner in den feinsten Strömen einzeln, nicht dicht, sondern in Zwischenräumen hinter einander. Sonach ist es nicht nur möglich, sondern auch wahrscheinlich, daß es auch noch feinere Strömchen giebt, die gewöhnlich gar keine Blutkörner enthalten, und die man nicht sieht, weil das in ihnen enthaltene Blutwasser durchsichtig und farblos ist. f) Man hat aber dergleichen wenigstens momentan von Blutkörnern freie Strömchen auch wirklich erkannt. Haller (Nr. 152. I. p. 88) beobachtete, daß bisweilen arteriöse Haargefäße aufhören Blutkörner zu führen, ohne zu verschwinden, und Wedemeyer (Nr. 529. S. 203) sah, daß sie dabei ihre frühere Capacität behalten, also mit Blutwasser gefüllt seyn müssen. Letzterer (ebd. S. 205) sah öfters durch zwei Linien angedeutete Haargefäße, die so eng waren, daß, wenn ein Blutkorn in ihre Mündung gerieth, es daselbst sitzen blieb und nach einigen Augenblicken vom Strome wieder fortgerissen wurde, bisweilen aber auch eindrang und sich durcharbeitete, worauf ihm andere folgten, so daß das seröse Gefäß nun ein blutführendes Gefäß wurde. Von dem Daseyn des Blutwassers in den Gefäßen, die keine Blutkörner führten, wurde er (ebd. S. 284 fgg.) dadurch überzeugt, daß sie, wenn er sie durch Verblutung oder durch Streichen mit einem Pinsel entleert hatte, zusammenfielen und bloß wie Streifen verdichteten Zellgewebes erschienen. [Zusätze von J. Müller. In den feinsten Capillargefäßen fließen die Blutkörner bloß einzeln und mit Unterbrechungen, sodaß sich die Zeitmomente zwischen dem Vorbeiströmen der einzelnen Körner zählen lassen. Bald folgen sie dicht hinter einander, bald in größeren Zwischenräumen; bald sieht man diese Rinnen nur von Blutwasser ausgefüllt, bis wieder einzelne Körner sich zeigen. Ohne Körner sind die Strömchen farblos, durchsichtig; mit einzelnen Körnern erscheinen sie blaß gelblich und durchsichtig; mit vielen Körnern sehen sie röthlich, und wenn die Gefäße einen stärkern Durchmesser haben, roth aus. — Von den Haargefäßen der Hornhaut, der Linsencapsel und des Glaskörpers wird späterhin die Rede seyn; aber es fragt sich, ob diese durchsichtigen Theile voll-

ständiges Blut oder nur Blutwasser führen? Fürs Erste ist es erwiesen, daß diese Gefäße nicht eigenthümlich, sondern nur Zweige der Blutgefäße sind, daß aber die hintere Wand der Linsencapsel auch im Zustande der Gesundheit rothes Blut führende Gefäße hat. Davon kann man sich bei Kälbern und Ochsen überzeugen, wenn man viele Augen dieser Thiere vorsichtig von der Seite und hinten öffnet: öfters wird man dann nicht allein das Centralgefäß des Glaskörpers, sondern auch seine Verzweigungen an der hinteren Capselwand bluthaltig antreffen, und dies zu sehen, bedarf es nicht einmahl eines Vergrößerungsglases. Hieraus geht nun nicht hervor, daß alle Capillargefäße der durchsichtigen Theile des Auges rothes Blut führen; es könnte wohl seyn, daß die feinsten derselben nur dem durchsichtigen Blutwasser zugänglich wären. An anderen Theilen lebender Thiere zeigen sich keine anderen Capillargefäße als solche, welche Blutkörner führen, obgleich diese in den kleinsten Gefäßen oft in großen Zwischenräumen und mit Unterbrechungen einander folgen. Aber soviel ist gewiß, andere Gefäße als Capillargefäße und Lymphgefäße giebt es in keinem Theile, und die von den Alten angenommenen und bei manchem Pathologen neuerer Zeit noch spukenden vasa serosa, seroso-lymphatica, arterioso-lymphatica u. s. w. gehören unter die Fabeln und in eine Reihe mit den Schrauben, Saugnäpfen, Pumpen und offenen Gefäßenden der Vorzeit.]

§. 704. Offenbarer und weniger bezweifelt ist der übrige Theil der Blutbahn, namentlich A) der Lauf des Blutes durch die Venen zum Herzen, welchen selbst schon Praxagoras zum Theil anerkannte, indem er lehrte, das aus der Atmosphäre gezogene Pneuma komme durch die Lungenvenen zum Herzen und von da in die Arterien. Daß diese Richtung allgemein ist, erhellt a) aus der Richtung der Klappen, vermöge deren sich die Venen nur in der Richtung von den Zweigen aus gegen die Stämme hin einspritzen lassen. Im sechzehnten Jahrhunderte fing man an, sie genauer zu untersuchen, und schon Berengar erkannte, daß sie den Rücktritt des Blutes aus den Stämmen gegen die Zweige her hemmen, wiewohl Mancher, z. B. Fabriz von Aquapendente, noch glaubte, daß sie nur zu große Erweiterungen und zu heftigen

Andrang des Blutes zu den Organen zu verhindern vermöchten. b) Bei Hemmung des Blutlaufes im Herzen werden die Venenstämme erweitert. c) Bei Unterbindung oder Zusammendrückung einer Vene entleert sich diese zwischen dem Drucke und ihrem Stamme oder dem Herzen und schwillt zwischen dem Drucke und der Peripherie an, während sich hier auch das Blut in den Organen anhäuft. Der neueste Gegner des Kreislaufes, Kerr (Nr. 498. p. 63), wendet dagegen ein, diese Anschwellung sey nur unbedeutend und nehme ungeachtet des fortdauernden Arterienschlages nicht weiter zu: indeß ist es begreiflich, daß sich die Vene nur bis auf einen gewissen Punct ausdehnen lassen kann, und dann eine Stockung eintreten muß, wenn nicht, wie in den allermeisten Fällen geschieht, das Blut vermöge der Anastomosen durch andere, namentlich tiefer liegende, Venen zum Herzen geführt wird. d) Eine durchschnittene Vene, welche Klappen hat (und diese fehlen nur in den Stämmen und in den Venen von Eingeweiden), blutet anhaltend nur von der Peripherie her und ergießt vom Herzen her nur das zwischen der Wunde und der nächsten Klappe befindliche Blut, sodaß z. B. bei chirurgischen Operationen keine Unterbindung hier nöthig ist. e) Endlich ist diese Richtung des Blutstromes von den Verzweigungen in die Stämme, und von diesen in das Herz bei Thieren deutlich zu sehen und von Malpighi zuerst unmittelbar beobachtet worden. B) Daß das Herz den Lebenssaft aussendet, erkannte schon Plato an, indem er es als den Quell des Blutes und den Ursprung aller Adern bezeichnete. f) Man sieht dasselbe sich abwechselnd erweitern und verengern, und wo es durchsichtig ist, erkennt man, daß es bei der Erweiterung roth und mit Blut gefüllt, bei der Verengerung bleich und entleert wird (§. 471, c). g) Unterbindet man die Venenstämme, so bleibt es leer; unterbindet man die Arterienstämme, so bleibt es voll; öffnet man sie, so fließt alles Blut aus. h) Wenn man in die Venen fremdes Blut transfundirt, oder eine andere Flüssigkeit infundirt, so erscheinen diese Substanzen in den Arterien wieder. i) Die Klappen sind so gestellt, daß das Blut nur aus den Kammern in die Arterien, nicht zurückfließen kann, und nur von den Venen aus läßt sich daher das Herz vollständig injiciren.

Das Herz.

§. 705. Indem wir nach Betrachtung der Blutbahn überhaupt die einzelnen Stationen derselben näher untersuchen müssen, beginnen wir mit dem Herzen. a) Denn dieses ist offenbar der Centralpunct des Gefäßsystemes, da alles Blut aus den verschiedenen Venen sich in ihm sammelt, und alles in die verschiedenen Arterien von da aus sich ergießt. Als Theil des Gefäßsystemes trägt es den Charakter der Ader (§. 688) in sich, aber in höherer Entwickelung: die gemeinsame Aderhaut bildet Klappen, an welche zum Theil, wie beim äußeren Skelete an die Epidermis, Muskeln mittels Flechsen sich ansetzen; die äußere zellgewebige Schicht ist zu einer serösen Membran, dem Herzbeutel, entwickelt; und die faserige Mittelschicht ist zu einer vollkommenen Muskelmasse mit ansehnlichen Blutgefäßen und Nerven potenzirt, in welcher die thierische Bewegungskraft ihre größte Höhe erreicht, ohne der Willkühr zu gehorchen. b) Während die Verzweigungen der Adern in die Organe versenkt und in deren Gewebe aufgenommen sind, die Stämme aber nur leitende Canäle darstellen, erscheint das Herz als ein besonderes, selbstständiges Organ in Form einer dickwandigen Blase bei den Wirbelthieren und Mollusken; bei ersteren liegt es in der Brusthöhle (die bei den Knochenfischen in der Kehlgegend dargestellt ist), bei letzteren an verschiedenen Stellen, z. B. bei mehrern Gasteropoden im vorderen Theile des Körpers, bei anderen im hinteren, und bei den Bivalven als Ring am Mastdarme. Bei den Gliederthieren zeigt sich die Centrirung schwächer, und die Besonderheit des Herzens geringer: bei den Insecten, Arachniden und Crustaceen ist es zwar noch ein besonderes Organ, aber in Form eines Schlauches, der bei mehrern Crustaceen längs des ganzen Körpers sich erstreckt und somit einem Aderstamme ähnelt, wie es denn auch bei den Insecten das Rückengefäß (vas dorsale) genannt wird. Wir erinnern uns hier, daß das Herz in seinem ersten Auftreten bei den Embryonen von Wirbelthieren ebenfalls schlauchförmig ist (§. 441, a, b). Bei den Anneliden endlich vertreten nur pulsirende Gefäßstämme seine Stelle. — Bei den wirbellosen Thieren liegt es nach der obern Fläche, über dem sensiblen Centralorgane; bei den Wirbelthieren unterhalb desselben. — c) Muskelfasern sind

schon an dem schlauchförmigen Herzen deutlich entwickelt. Am blasenförmigen Herzen bilden sie mehrere Schichten, bei Fischen sogar zwei deutlich von einander getrennte; die meisten Fasern gehen schräge, oder spiralförmig und kreuzen sich in den verschiedenen Schichten, während die Kreisfasern eine dünnere Schicht bilden. Das Gewebe ist derber und fester als in den willkührlichen Muskeln und enthält kein Zellgewebe. Die innere Fläche ist bei dem Menschen und mehrern Säugethieren uneben, indem einzelne Muskelbündel hervorspringen und dazwischen Lücken lassen, wodurch eine stärkere Zusammenziehung möglich wird. d) Die Muskelsubstanz des Herzens hat stärkere Gefäße und bekommt also mehr Blut als die willkührlichen Muskeln von gleichem Volumen. Ihre Arterien sind bei den warmblütigen Thieren die ersten Äste der Aorta, und zwar nicht bloß vermöge der Nähe, sondern, wie es scheint, auch weil das Blut hier am meisten arteriös ist, denn bei den Fischen entspringen die Herzarterien nicht von der aus dem Herzen tretenden Kiemenarterie, sondern aus dem Anfange der durch das Zusammentreten der Kiemenvenen gebildeten Aorta. e) Die Nerven des Herzens sind dünner und weicher als die der willkührlichen Muskeln und stammen vom Rumpfnerven und vom zehnten Hirnnerven: bei Menschen mehr von jenem, bei Thieren mehr von diesem. f) Das schlauchförmige Herz ist durch Muskeln und Bänder an die Leibeswand befestigt; das blasenförmige der Wirbelthiere und Mollusken ist von einer serösen Membran, dem Herzbeutel, umgeben, welche dasselbe an den benachbarten Theilen befestigt, isolirt, sein Drücken oder Gedrücktwerden bei verschiedenen Stellungen des Körpers verhütet und durch die Feuchtigkeit und Schlüpfrigkeit ihrer einander gegenüber liegenden Flächen seine Beweglichkeit unterstützt. Der Überzugstheil (oder die innere mit dem Herzen verwachsene Hälfte) des Herzbeutels geht bei Mammalien und Vögeln nur an der Verbindungsstelle des Herzens mit den Gefäßstämmen durch Umbeugung in den Wandungstheil (oder die äußere, freie Hälfte) über; bei mehrern Fischen und Amphibien finden sich außerdem noch fadenförmige Verbindungen beider Theile, namentlich an der Spitze des Herzens. Der Herzbeutel unterstützt die Bewegungen des Herzens: schneidet man ihn an einem lebenden Thiere auf, so wird der Herz-

schlag heftiger, aber bald schwächer, und hört früher auf als bei bloß geöffneter Brusthöhle (Nr. 489. II. p. 150); und dies ist auch bei Fischen der Fall (Nr. 185. II. S. 140 fgg.), hängt also nicht vom Einflusse der Atmosphäre und ihrer Temperatur allein ab.

§. 706. Das Leben des Herzens äußert sich durch Bewegung, wodurch es das Blut in Bewegung setzt. A) Beim lebenden Menschen a) fühlt man diese Bewegung in der Gegend, wo die Spitze des Herzens liegt, nämlich zwischen den Knorpeln der fünften und sechsten Rippe der linken Seite: der hier angelegte Finger bekommt in gleichmäßigen Intervallen, dem Pulsschlage der Arterien entsprechend, einen Stoß, der von einem Antreffen des Herzens herrühren muß, weshalb man auch diese Erscheinung den Herzschlag (pulsus, ictus) genannt hat. b) Legt man sein Ohr dicht an dieselbe nackte, oder noch besser mit einem Blatte Papier bedeckte Gegend der Brust, so fühlt man ebenfalls einen Stoß oder eine Erschütterung von dem Anschlagen des Herzens. Laennec (Nr. 505. S. 425 fgg.) bemerkt, daß dieser Stoß in geradem Verhältnisse zur Dicke der Muskelsubstanz des Herzens steht, und daß man, wenn er stark ist, es fühlt, wie das Herz, anschwellend, anfangs nur an einen Punct, dann an die bezeichnete Fläche der Brustwand stößt und hierauf plötzlich zurückweicht. Zugleich aber hört man auch einen Schall, wie das Rauschen einer Flüssigkeit, welchem unmittelbar ein anderer ähnlicher, aber heller tönender und kürzerer Schall folgt, worauf nach einer Pause das Phänomen sich wiederholt. Das Stethoskop ist für diese Beobachtung entbehrlich. Laennec (ebend. S. 431. 436), der zuerst die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand gelenkt hat, vergleicht den zweiten Schall mit dem Tone der Klappe des Ventiles an einem Blasebalge, oder mit dem Geräusche, welches man bemerkt, wenn ein Hund säuft. Diese hörbare Bewegung rührt unstreitig von der Strömung des Blutes her, denn 1) ähnelt ihr Ton dem Rauschen einer Flüssigkeit; 2) deutet sie durch ihre Duplicität auf das Einströmen in zwei verschiedene Räume, während die Bewegung des Herzens durch einen einfachen Schlag an die Brustwand sich zu erkennen giebt; 3) ist sie um so stärker und ausgebreiteter, je dünner die Substanz des

Herzens, während in diesem Falle der fühlbare Schlag desselben um so schwächer ist; 4) bemerkt man sie auch von der bezeichneten Stelle aus weiter nach rechts zu, oder am unteren Theile des Brustbeines, wo die rechte Hälfte des Herzens liegt, und wo der Schlag des Herzens nicht fühlbar ist. Bisweilen hört man nur einen einzelnen Schall. Nicht ganz selten ist dieser bei leidenschaftlicher Aufregung so stark, daß man ihn von seinem eigenen Herzen hört; ja bei manchen Individuen wird er auch im gewöhnlichen Zustande von den Umstehenden vernommen, wie denn Littre einen Mann beobachtete, bei welchem er bisweilen zehn Schritte weit hörbar war (Nr. 173. 1724. hist. p. 25). B) Bei Vivisectionen wird die Bewegung des Herzens sichtbar, als Ausdehnung mit Aufnahme des Blutes, und als Zusammenziehung mit Austreibung desselben. c) Die Zusammenziehung oder Systole erfolgt mit Blitzesschnelle, wie ein Schuß. Das Herz kriecht dabei in sich zusammen und wird daher fester und härter: es verkürzt sich, oder Basis und Spitze nähern sich, wobei letztere sich etwas umbeugt; bei Öffnung des Herzens sieht man die Seitenwände der Scheidewand sich nähern, und diese sich verkürzen. Da die Systole so schnell erfolgt und mit Entleerung verbunden ist, so konnte man sich täuschen und eine Verlängerung des Herzens zu sehen glauben, was Haller (Nr. 95. I. p. 390 sqq.) widerlegt hat. Bei sinkender Lebensthätigkeit geht die Bewegung langsamer vor sich, so daß man sie beobachten kann; man sieht dann die Fasern sich verkürzen und dadurch statt der krummen eine mehr gerade Richtung annehmen; es entstehen an einzelnen Puncten Runzeln, die sich wellenförmig fortpflanzen, bis die ganze Abtheilung des Herzens zusammengezogen ist. Die Bewegungen gehen nach Senac (Nr. 489. II. p. 142) von der Basis zur Spitze und wieder zurück, oder fangen nach Treviranus (Nr. 100. IV. S. 253) an beiden Enden an und treffen in der Mitte auf einander. Überhaupt hört eine Zeit lang vor dem Tode des Herzens die Harmonie seiner einzelnen Theile auf: sie wirken unabhängig von einander und ohne ein regelmäßiges Zeitverhältniß; die Bewegungen hören an einer Stelle auf und treten an einer andern hervor, werden schwächer, verschwinden und stellen sich nach einer Weile plötz-

lich wieder ein, bis sie endlich ganz erloschen sind. — Bei dem schlauchförmigen Herzen schreitet die Bewegung im Normalzustande wellenförmig fort, und zwar von hinten nach vorne. d) Bei der Ausdehnung oder Diastole wird das Herz weicher, breiter und länger; Spitze und Basis weichen mehr von einander ab, die Seitenwände entfernen sich von der Scheidewand, und die Höhlen werden nach allen Richtungen erweitert. Die Annahme eigener Muskelfasern, welche die Diastole bewirken sollen, ist, wie Haller (Nr. 95. I. p. 387) gezeigt hat, irrig: die allseitige Erweiterung einer Höhle kann nicht durch Muskelfasern, die in deren Wandung enthalten sind, bewirkt werden; welche Fasern des Herzens man immer reizen mag, nie entsteht dadurch eine Diastole. Diese ist im Verhältniß zur Systole der Zustand der Ruhe, daher ist sie auch der letzte Act des Lebens, so daß nach dem Tode das Herz meistentheils Blut enthält, und sein Zustand der Diastole ähnlicher ist als der Systole. Allein bei der Diastole ist das Herz mehr erweitert als das todte; dies könnte von dem einströmenden Blute herrühren, aber die Diastole erfolgt, ehe noch Blut eintritt, und wird durch dasselbe nur vollendet, indem es namentlich die Zähne des gezackten Randes der Herzohren entfaltet; auch findet sie Statt, wenn gar kein Blut einströmt. Die auf dem Cohäsionsverhältnisse beruhende Federkraft der Muskelfasern kann auch nicht der Grund der Diastole seyn, denn diese ist so mächtig, daß, wie schon Pechlin bemerkte, das Herz gegen die Hand, welche es zusammendrückt, kräftig andrängt und bedeutende Gewichte hebt, wie z. B. Österreicher (Nr. 524. S. 31) sah, daß das Herz eines jungen Hundes, der kaum ein halbes Pfund wog, eine Last von 6½ Pfund in die Höhe schleuderte. Oesterreicher glaubt zwar, daß diese Bewegung, weil sie plötzlich erfolgte, von der Systole herrühre; ebenso will Baust beoachtet haben, daß das Herz die umspannende Hand in demselben Momente auseinandertreibt, in welchem es den eingesteckten Finger zusammenschnürt, daß also jenes Drängen nach außen von der Zunahme der Dicke bei der Systole herrührt, worin ihm auch Weber beistimmt. Indessen ist es sehr schwierig, beide Momente scharf zu unterscheiden: ich habe immer gesehen, daß die Systole nur ein Moment ist, und die Diastole mit

Blitzesschnelle ihr folgt, daß also beide Momente gleich schnell eintreten, und nur die Dauer derselben verschieden ist, indem die Systole erst erfolgt, wenn die Diastole eine Weile gedauert hat. Da nun die Fasern des Herzens Bogen bilden, deren Concavität gegen dessen Höhlen oder nach innen gerichtet ist, und da bei ihrer Verkürzung und Anspannung dieser Bogen flacher werden muß, so kann die Convexität an der äußeren Fläche nicht stärker hervortreten, und so sieht man denn auch an dem unbedeckten Herzen ganz deutlich, daß es bei der Systole schmäler wird. Wenn wir also dabei beharren, die Diastole als eine kräftige Ausdehnung zu betrachten, und die elastische Atmosphäre des Blutes oder das Pneuma, wovon man sie abzuleiten versucht hat, für unerwiesen erklären müssen, so bleibt uns nur die Annahme übrig, daß die mit der Verkürzung wechselnde Verlängerung der Muskelfaser zwar ein Übergang zur Ruhe, aber ein lebenskräftiger Act ist.

§. 707. Die Bewegung des Herzens bekommt einen bestimmten Rhythmus nach dem Verhältnisse seiner Abtheilungen. A) Es zerfällt nämlich überall in an einander gereihte und nach einander sich bewegende Theile, und zwar besteht es bei seiner unvollkommneren, namentlich schlauchartigen Form meistentheils aus vielfachen gleichartigen Abschnitten, bei der höheren, blasenartigen Form aber nur aus zwei, jedoch ungleichartigen Theilen, wovon der eine venell ist, d. h. mit den Venen zusammenhängt und aus ihnen Blut empfängt, so wie der andere, arterielle in die Arterien übergeht und Blut in diese treibt. a) Der Venensack (Vorhof, Vorkammer, Nebenkammer, Herzohr im weiteren Sinne, atrium, sinus und auricula im weiteren Sinne), der an der Basis des Herzens liegt und als eine Erweiterung der Venenstämme angesehen werden kann, giebt Raum zur Sammlung des Blutes, damit dasselbe mit größerer Kraft in die Arterienkammer getrieben werde. Nachdem er sich durch Diastole erweitert hat, füllt er sich mit dem aus den Venen ihm zuströmenden Blute; sein Anhang, das Herzohr (auricula), füllt sich zuletzt. Hierauf zieht sich der ganze Venensack durch die Systole zusammen, und zwar von der Basis gegen die Spitze, also gegen die Arterienkammer hin. Der Rücktritt des hierdurch gepreßten Blutes wird bei mehrern Amphibien durch Klap=

pen an der Mündung jeder Vene verhindert; bei Vögeln und Säugethieren fehlen die Klappen an den Lungenvenen und finden sich nur an den Herzvenen und zum Theil an den Hohlvenen; beim Menschen sind nur die Herzvenen so gesichert, und da die Eustachische Klappe an der unteren Hohlvene, so wie die Schwere der Blutsäule in der oberen Hohlvene den Rücktritt nur unvollkommen hindert, so vermag nur das Anströmen des im Venensysteme enthaltenen Blutes dem Rückflusse aus dem Herzen mehr Widerstand entgegenzusetzen. b) Die durch dickere Wandung und stärkere Muskelsubstanz ausgezeichnete und den wesentlichsten Theil des Herzens ausmachende Arterienkammer (Herzkammer, ventriculus) wird an ihrem Eingange (ostium venosum) durch einen sehnigen Ring offen gehalten, und es finden sich daselbst nur Längenfasern des Venensackes, welche bei ihrer Zusammenziehung diesen Eingang nicht verschließen, vielmehr zu dessen Öffnung einigermaaßen beitragen. Von diesem Ringe aus hängen Falten der gemeinsamen Aderhaut als Herzklappen herab, deren inneres Blatt die gerade Fortsetzung der Haut des Venensackes ist und den Längenfasern desselben zum Insertionspuncte dient, während das äußere Blatt durch Umbeugung in die Haut der Arterienkammer übergeht und für deren innere Längenmuskeln (Zitzenmuskeln) mittels ihrer Flechsen den Insertionspunct abgiebt. Das Blut dringt wie ein Keil zwischen die Herzklappen und drängt sie, indem es die Arterienkammer füllt, gegen deren Wandungen, namentlich auch gegen die Stelle, wo deren Ausgang (ostium arteriosum) sich findet, so daß dieser verschlossen wird, und die Kammer während ihrer Diastole kein Blut abgeben kann, sondern sich vollständig füllen muß. Diese Schließung ist nur in der Aortenkammer vollständig; wenn sie in der Lungenarterienkammer weniger vollständig ist, so erklären wir uns die mechanische Beziehung daraus, daß theils diese Kammer geräumiger, ihr Ausgang aber von ihrem Eingange, so wie von der Spitze des Herzens weiter entfernt ist, das Blut also nicht so schnell zum Ausgange gelangt, theils die Lunge, da sie dicht am Herzen liegt, nicht einer so starken Welle bedarf, die Kammer also schon während ihrer Diastole etwas Blut abfließen lassen kann. — Die Arterienkammer treibt bei ihrer Systole das Blut gegen die

Basis, indem die Spitze des Herzens der Basis sich nähert, es bekommt also seine Richtung gegen beide Mündungen, oder nach dem Venensacke und nach der Arterie hin. Was den Eingang betrifft, so wird derselbe durch die Herzklappen geschlossen, so daß die Systole der Kammer das Blut nicht in den Venensack zurücktreiben kann. Das Blut verschließt sich diesen Weg selbst, indem es, von der Spitze gegen die Basis getrieben, zwischen den Wandungen der Kammer und den Herzklappen sich anhäuft und letztere durch den Druck auf ihre äußere Fläche wie Segel aufbläht und nach innen zusammendrängt, so daß sie den Eingang schließen müssen. Außerdem aber glaube ich, daß auch eine lebendige Thätigkeit zu dieser Schließung beiträgt, wie ich an einem anderen Orte (Nr. 163. III. S. 19—45) umständlicher auseinandergesetzt habe. Wären nämlich, wie unter Anderen Oesterreicher (Nr. 524. S. 21) annimmt, die Herzklappen durchaus passiv und nur darum in einzelnen Puncten ihres freien Randes durch sehnige Fäden befestigt, damit sie nicht vom Blute in den Venensack getrieben werden, so würden die Zitzenmuskeln, deren Flechsen jene Fäden sind, ganz müßig und überlei seyn. Sie sind aber eigenthümliche, aus den Wandungen des Herzens frei hervortretende Längenmuskeln, welche am spitzen Ende der Kammer aufsitzen, daselbst in einem dichten Kreise beisammen stehen und an ihrem anderen Ende in Flechsenfäden übergehen, die divergirend gegen den sehnigen Ring des Einganges verlaufen, zum äußeren Blatte der Herzklappen gehen und daselbst palmenartig sich ausbreiten. Daß diese Muskeln bei der Systole sich verkürzen, leidet keinen Zweifel: dann aber müssen sie vermöge ihrer Stellung die Herzklappen nach unten und innen, gegen die Axe und von den Wänden abziehen, und zwar muß dies um so mehr der Fall seyn, da musculöse Querbalken die säulenartigen Zitzenmuskeln verbinden und bei ihrer Verkürzung diese noch mehr in die Axe der Kammer bringen. Werden nun die Herzklappen hierdurch trichterförmig zusammengezogen, so bleiben zwischen den Flechsenfäden Lücken, durch welche das Blut zur äußeren Fläche der Klappe gelangt, so daß es durch Druck von außen her die Schließung des Einganges zu Ende führt, welche durch lebendige Muskelthätigkeit begründet und begonnen war. Zwar steht dieser

Ansicht entgegen, daß Haller (Nr. 152. I. p. 224) die Flechsenfäden bei der Systole der Kammer schlaff fand: indessen ist bei geöffnetem Herzen dessen Thätigkeit mehr oder weniger gestört, und eine solche Beobachtung zu schwierig und zu leicht täuschend, als daß wir ihr, zumahl wenn sie einzeln steht, unbedingt vertrauen könnten. Bei den Vögeln besteht die ganze Klappe des rechten Herzens aus einem starken Muskel, so daß der Rückfluß des Blutes aus der Lungenarterienkammer auf das Vollständigste verhütet, dasselbe dagegen um so kräftiger in die Lungenarterie getrieben wird, da bei dem dieser Thierclasse eigenen Baue der Lungen der Blutlauf in denselben einer besonderen Unterstützung zu bedürfen scheint. Bei den Fischen ist die Herzklappe zum Theil taschenartig und den Arterienklappen gleich gebildet; wo sie dagegen in die Kammer hereinhängt, ist sie für immer mit Muskeln versehen. — c) Wie die Bewegung am schlauchförmigen Herzen wellenförmig fortschreitet, so pflanzt sie sich auch an dem blasenförmigen im Ganzen genommen in der Reihenfolge der ungleichartigen Theile fort, so daß, während der eine Theil durch Systole sich entleert, der darauf folgende in Diastole begriffen ist und sich füllt. Indessen ist diese Alternation nicht streng durchgeführt. Die Venen alterniren mit den Venensäcken, so daß sie sich verengen und entleeren, wenn diese sich durch Diastole erweitern, jedoch sind die Fasern der Hohlvenen mit denen des Venensackes so genau verbunden, daß eine gleichzeitige Thätigkeit beider Theile denkbar (Nr. 97. I. S. 197), wiewohl in der Erfahrung nicht nachgewiesen ist. Jede Veränderung der Arterienkammer folgt auf die gleiche des Venensackes, aber so daß die längste Zeit hindurch beide Theile in demselben Zustande der Diastole sich befinden. Nämlich bei den Mammalien und Vögeln ist der Venensack enger als die Arterienkammer: der Unterschied ist zwar nicht so bedeutend, als das äußere Volumen andeutet (wornach sie sich wie 1 : 2 verhalten würden), da ersterer dünnwandiger, also im Verhältniß zum Volumen geräumiger ist, indessen bleibt doch eine solche Differenz, daß die Arterienkammer durch die Systole des Venensackes nicht ganz angefüllt werden könnte, zumahl wenn letzterer etwas Blut in die Hohlvenen zurückschickt. Wir können also folgende Momente uns denken:

1) Der Venensack tritt in Diastole und fängt an, Blut aus den Venen aufzunehmen, während die Arterienkammer in der Systole begriffen ist und sich entleeet; 2) hierauf tritt diese in Diastole und fängt an, sich mit Blut aus dem ebenfalls in Diastole begriffenen Venensacke zu füllen; 3) dann endlich tritt die Systole des letzteren ein, wodurch die Kammer auf den höchsten Punct der Diastole gebracht wird. Auf dies dritte Moment folgt aber unmittelbar wieder das erste, und beide Momente gehen so schnell vorüber, daß sie zusammen eine ungleich kürzere Dauer haben als das zweite. Also die Systole der Kammer folgt so schnell auf die des Venensackes, daß beide meist gar nicht unterscheidbar sind und als ein einziger Schlag erscheinen, und dann tritt eine Pause ein, wo beide Abtheilungen des Herzens in der Diastole begriffen sind. Die Systole des Venensackes ist demnach der Vorschlag des eigentlichen Herzschlages, oder der Systole der Arterienkammer, und scheint keinen andern Zweck zu haben, als die ohnedies schon ziemlich gefüllte Kammer durch den Stoß des Blutes zur Zusammenziehung zu bestimmen. Deutlich lassen sich beide Momente der Systole nur dann unterscheiden, wenn der Blutlauf sehr langsam ist, wie kurz vor dem Tode oder im Winterschlafe, wo z. B. Wedemeyer (Nr. 243. 1828. S. 344) diese Bewegungen beobachtete. Die Dauer der ganzen Systole (des ersten und dritten Momentes) verhält sich zu der der Diastole (des zweiten Momentes) ungefähr wie 1 : 3. d) Dasjenige Zeitverhältniß, welches nächst dem beschriebenen und normalen (des Vorschlages) bei Vivisectionen am häufigsten beobachtet wird, ist das, wo der Venensack zweimahl oder wohl auch fünf- bis zehnmahl sich zusammenzieht, wo also das Herz mehrmahls ansetzt, ehe es zu einer vollständigen Systole kommt. Ein solcher mehrfacher Ansatz kommt besonders bei nahendem Tode vor, wo entweder die Reizempfänglichkeit der Kammer sehr abgestumpft, oder die Blutwelle und die Zusammenziehung des Venensackes zu schwach ist; in solchen Fällen beoachteten ihn schon Walther (Nr. 552. p. 13), Haller (Nr. 152. I. p. 56. 152) und Andere; Wedemeyer (a. a. O.) sah ihn auch bei einem im Winterschlafe begriffenen Igel bisweilen eintreten. e) Ein anderes Verhältniß ist der Pendelschlag des Herzens,

wo die Zusammenziehungen des Venensackes und der Arterienkammer gleichförmig wechseln, oder nach gleich großen Pausen auf einander folgen. Dieser Pendelschlag, welcher nach Oesterreicher (Nr. 524. S. 25) bei Fischen, Fröschen und Vogelembryonen gewöhnlich seyn soll, bei warmblütigen Thieren äußerst selten vorkommt, hängt davon ab, daß der Venensack mehr selbstständig ist und die Arterienkammer an Größe übertrifft, denn diese Proportion findet man eben bei den kaltblütigen Thieren und bei den Embryonen der warmblütigen (§. 441, f). f) Wenn Nichols einen gleichzeitigen Schlag von Venensack und Arterienkammer als normal ansah, so war dies ein Irrthum, der auf der Schnelligkeit beider Schläge beruhte: bisweilen aber will Oesterreicher (a. a. O.) dies Verhältniß bei warmblütigen Thieren beobachtet haben. [Zusatz von J. Müller. In Hinsicht des Rhythmus der Herzschläge sind meine Beobachtungen nicht ganz mit denen von Oesterreicher übereinstimmend. Wie bei den warmblütigen Thieren die Contraction der Vorkammern als Vorschlag der Kammern erscheint, so finde ich, genau untersucht, dasselbe auch bei den Fröschen. Die Zeit von der Contraction der Kammer bis zur Contraction der Vorkammer ist beim Frosche größer, und zwar noch einmahl so groß als die Zeit von der Contraction der Vorkammer bis zur Contraction der Kammer, und in jenen größern Zeitraum fällt die Contraction des bulbus aortae, die also weder mit der Vorkammer, noch mit der Kammer isochronisch ist. Die Contraction des abgeschnittenen bulbus aortae sieht man noch mit der Loupe sehr deutlich, während der übrige Theil des Aortensystemes keine Spur von Contraction zeigt.] B) Das Herz ist bei den kaltblütigen Thieren, namentlich den Fischen und Batrachiern, lebenslänglich, bei den warmblütigen hingegen nur in der frühern Zeit des Embryonenlebens eine einfache Reihe von Theilen und scheidet sich bei weiterer Entwickelung in zwei gegen einander geschlossene Venensäcke und Arterienkammern (§. 441, d, e). Die gleichnamigen Theile nun wirken gleichzeitig, da die Scheidewand, zum Theil auch die äußerste Muskelschicht, ihnen gemeinschaftlich ist, und es war ein Irrthum, wenn Nichols behauptete, die rechte und die linke Hälfte des Herzens bewegten sich alternirend. Die linke Hälfte ist

aber die mächtigere und bestimmt die Bewegungen der rechten. Wie die Arterienkammer, die das Blut zu den Organen sendet, über den aufnehmenden Venensack das Übergewicht hat und den wesentlichsten Theil des Herzens ausmacht, so ist besonders die linke, weil sie ihr Blut zu allen Organen ohne Ausnahme treibt, der eigentliche Hauptttheil: sie hat einen größeren Antheil an der Scheidewand und erscheint auf einem Querdurchschnitte des Herzens als eine vollkommen runde Höhle, an welcher die rechte Kammer als eine darnach geformte, halbmondförmige Höhle angelagert ist; sie hat eben so eine dickere Seitenwandung (zu welcher die der rechten Kammer bei dem Kinde wie 1 : 1,30, bei dem Manne wie 1 : 2,5 sich verhält) und bleibt, wenn man sie eingeschnitten hat, offen, während die rechte zusammensinkt; sie verkürzt sich stärker, oder stößt das Blut von der Spitze aus stärker gegen ihre beiden Öffnungen, während die rechte sich mehr in der Breite oder gegen jene hin zusammenzieht. Aber auch der linke Venensack ist kräftiger als der rechte und zeigt nach Haller (Nr. 252. I. p. 225) bei abnehmender Lebensthätigkeit viel schnellere Zusammenziehungen der einzelnen Fasern. — g) Wir haben (§. 509, b) gesehen, wie die rechte Hälfte des Herzens, die bei dem Embryo die engere war, nach dem ersten Athmen sich zu erweitern beginnt und (§. 560 d) allmählig geräumiger wird als die linke, folglich auch mehr Blut enthält. Diese Ungleichheit wurde von Winslow, Senac, Haller, Sömmerring, Meckel, Legallois u. s. w. anerkannt und durch Messungen mit Hülfe von Flüssigkeiten erwiesen, von Anderen dagegen geleugnet, welche die Messungen darum für unzuverlässig erklärten, weil die dünnere Wandung der rechten Hälfte der Ausdehnung durch Flüssigkeit mehr nachgebe, als die der linken. Legallois (Nr. 419. I. p. 330 sqq.) suchte diesem Einwurfe dadurch zu begegnen, daß er vor der Messung mit Quecksilber die linke Hälfte so lange knetete, bis sie völlig weich war: bei den darauf angestellten Messungen verhielt sich die Capacität des linken Herzens zur der des rechten bei Hunden, Katzen, Meerschweinchen und Kaninchen wie 1 : 1,10, bis 1 : 1,20, zuweilen aber auch wie 1 : 2; unter 23 Fällen kam nur eine Ausnahme vor. So scheint es auch mir nach Einspritzungen unzwei-

felhaft zu seyn, daß in der Regel die Lungenarterienkammer geräumiger ist als die Aortenkammer. Da nun letztere ihr Blut von dem Umwege durch die Lungen aus der ersteren empfängt und doch nicht so viel Blut bekommt, als diese enthalten hatte, so fragt es sich, wo dieser Überschuß von Blut hingekommen ist? Es sind hier nur drei Fälle gedenkbar: er ist nämlich entweder in den Lungen verloren gegangen, oder im rechten Herzen geblieben, oder aus demselben zurückgetrieben worden. In den Lungen kann eine entsprechende Quantität Blut nicht consumirt werden, denn die Quantität der ausgeathmeten Gasarten beträgt wenigstens nicht mehr als die der eingeathmeten, die der wässerigen Audünstung aber beträgt während eines Herzschlages höchstens $\frac{1}{10}$ Gran, während die linke Arterienkammer wenigstens 100 Gran weniger Blut enthält als die rechte; auf andere Weise aber könnte eine solche Menge Blut in den Lungen nicht verschwinden. Die beiden andern möglichen Fälle müssen wir in einer allgemeineren Beziehung betrachten.

§. 708. Es stellt sich uns nämlich die Frage, in welchem Maaße die Systole des Herzens auf das Blut wirkt, und zuvörderst, A) ob sie alles Blut austreibt, oder ob etwas davon zurückbleibt, sey es nun, weil die Kammer sich nicht stark genug zusammenzieht, oder weil die Vertiefungen zwischen den Muskelbündeln der inneren Fläche etwas Blut zurückhalten? Diese Vertiefungen oder Buchten werden bei einer kräftigen Systole ganz verengt oder geschlossen, so daß sie nicht nothwendig und unter allen Umständen Blut zurückhalten, sondern Alles nur auf die größere oder geringere Stärke der Muskelkraft ankommt; da aber diese weder bei allen Individuen, noch zu jeder Zeit sich gleich ist, so läßt sich im Allgemeinen nichts darüber bestimmen. Sömmerring (Nr. 570. S. 55) bemerkt, daß man bei plötzlich getödteten, gesund gewesenen Menschen das Herz ganz leer, dagegen an Leichnamen von Muskelschwachen, Wassersüchtigen u. s. w. dasselbe schlaff und mit Blut gefüllt findet. Fontana (Nr. 555. S. 93) behauptet, das Herz der warmblütigen Thiere entleere sich nicht völlig, weil, wenn er nach Unterbindung der Lungenvene und Durchschneidung der Aorta die Aortenkammer durch Reizung zu wiederholten Contractionen bestimmt hatte, in der Spitze derselben doch noch etwas

Blut zurückblieb: indeß dürften die unter solchen widernatürlichen Umständen beobachteten Erscheinungen sich wohl nicht ohne Einschränkung auf den gesunden Zustand übertragen lassen. Nach Blumenbach (Nr. 158. S. 76) entleert sich das Herz der Amphibien vollständig und bis auf den letzten Tropfen; aber nach Spallanzani (Nr. 493. p. 136) bleibt beim Salamander etwas Blut zurück, und die vollständige Entleerung findet nur bei manchen Individuen Statt (ebd. p. 239). Nach dem Allen scheint denn dies Verhältniß sehr schwankend und keinesweges wesentlich zu seyn. Was nun die rechte Herzkammer anlangt, so scheint diese vermöge ihrer geringeren Muskelkraft und der zahlreicheren Vertiefungen ihrer inneren Fläche vorzugsweise geeignet, sich nicht völlig zu entleeren, und man findet auch in den allermeisten Fällen Blut in ihr: indeß kann der letztere Umstand darauf beruhen, daß gewöhnlich der Blutlauf in den Lungenarterien zuerst unterbrochen wird, während der Hohlvenensack immer noch Blut aufnimmt, und jenes vielfachere Netzwerk der inneren Fläche kann auf die Mengung des Blutes bezogen werden (§. 746); da nun in manchen Fällen diese Kammer ganz leer gefunden wird, so ist eine unvollständige Entleerung derselben nicht mit Gewißheit als Erklärungsgrund des obigen (§. 707, g) Verhältnisses anzunehmen. B) Ein theilweises Zurückströmen des Blutes ist, nach analogen Erscheinungen der Periodicität (§. 593) zu urtheilen, wohl denkbar, und a) bei den mechanischen Verhältnissen der Venensäcke so leicht möglich, daß man es hier beinahe für unausbleiblich erachten kann. Denn die Mündungen der Hohlvenen sowohl als der Lungenvenen sind, namentlich beim Menschen, nicht durch Klappen geschlossen (§. 707, a), und die Zusammenziehung des Venensackes muß zwar das meiste Blut in die noch erweiterte und nicht ganz gefüllte Arterienkammer treiben, aber die letzte, dem Venenstamme nächste Blutwelle muß, wenn sie bei der blitzschnellen Systole nicht so schnell jener Strömung folgen kann, in die Vene zurückgeworfen werden, wo sie nur in der venösen Strömung einen Widerstand findet. Um so leichter muß also ein solcher Rückfluß eintreten können, je schwächer dieser Widerstand, und je größer dagegen der Widerstand ist, welcher sich dem arteriösen Ausströmen entgegensetzt. Hier zeigt sich

nun die Verschiedenheit des rechten und linken Herzens sehr klar: jenes führt das Blut aus einem sehr großen Raume (des Hohlvenensystemes) in einen engen Raum (der Lungenarterie), wo es in den Haargefäßen bald einen bedeutenden Widerstand erfährt, während das rückfließende Blut in dem geräumigen Hohlvenensysteme leicht Platz findet; im linken Herzen hingegen strömt das Blut aus dem engeren Raume der Lungenvenen in das weite Gebiet des Aortensystemes, in dessen erweiterte Stämme und Äste es sich ergießen kann, ehe es dem Widerstande der Haargefäße unterliegt. Auch kommt noch ein Umstand im Baue des Herzens hinzu: wenn nämlich der Lungenvenensack stärker gefüllt wird, z. B. beim Ausathmen, so drängt sich seine Wandung gegen den Hohlvenensack und bildet an dessen innerer Fläche einen Vorsprung (Lowers tuberculum, Cotugnis insula) zwischen dem Eingange in die Lungenarterienkammer und der Mündung der oberen Hohlvene, welcher dem im oberen Theile des Venensackes befindlichen Blute den Eintritt in die Kammer erschwert und dagegen dessen Rückfluß in die obere Hohlvene erleichtert. — Wenn wir solchergestalt aus den mechanischen Verhältnissen schließen, daß vorzüglich der rechte Venensack einen Theil seines Blutes in die Venenstämme zurückwirft, so scheint dies gerechtfertigt zu werden durch die Bemerkung, daß der linke Venensack, bei welchem eine solche Stauung nicht so leicht eintreten kann, etwas geräumiger ist. Aber jene Schlüsse werden auch durch die unmittelbare Erfahrung bestätigt. Man sieht, wie z. B. Spallanzani (Nr. 493. p. 199) bemerkt, einen Theil des Blutes in die Hohlvenen zurückfließen. Im normalen Zustande ist dies allerdings unbedeutend, allein bei vermehrtem Widerstande von der arteriellen Seite her tritt das Blut in solcher Quantität und mit solcher Gewalt zurück, daß die Stämme und zum Theil auch die Äste der Hohlvenen eine der Systole des Venensackes entsprechende Pulsation erfahren. Dieser passive Venenpuls, der z. B. auf einer mit Verengerung verbundenen Hypertrophie der Lungenarterienkammer beruhen kann (Nr. 505. S. 470), erstreckt sich bis zur inneren Drosselvene in der unteren Gegend des Halses, und bis zum Anfange der Schlüsselbeinvene, wie man bei Menschen häufig sieht; auch über den Stamm der unteren Hohlvene und einige ih-

rer Äste, wie man bei Menschen bisweilen fühlt und bei Vivisectionen von Thieren sieht. Bei letzteren sieht man eine solche Stauung, die sich bis zu den nächsten Klappen erstreckt, häufig vor dem Tode und bei unregelmäßigen Zusammenziehungen des Herzens, bisweilen so, daß der Venensack einigemahl hinter einander Blut in die Hohlvenen treibt, ehe er sich in die Arterienkammer entleert (§. 707, d). b) Im Anfange der Systole der Kammer ist noch Blut innerhalb des Kreises der Herzklappen, welches durch die von der Spitze gegen die Basis hingehende Bewegung in den Venensack zurückgeworfen werden muß, aber auch bis in die Venen gelangen kann. Nun beobachtet man jenen passiven Puls der Drosselvene ungleich häufiger bei erschwerter Entleerung der Lungenarterienkammer als bei der des Hohlvenensackes; selbst eine vorübergehende, gewaltsame Anstrengung oder Anhalten des Athems kann durch Störung des Blutlaufes in den Lungen die Drosselvene zum Pulsiren bringen (Nr. 152. I. p. 223). Auch ist ein Rückfluß aus der Lungenarterienkammer schon darum eher möglich, weil ihr Eingang nach Legallois (Nr. 419. I. p. 336) Bemerkung größer ist und durch seine Klappe nicht so genau geschlossen wird als an der Aortenkammer. Somit ist es denn wahrscheinlich, daß ein solcher Rückfluß, nur in geringerem Grade, auch im Normalzustande Statt findet, und daß dadurch die Verschiedenheit der Capacität der rechten und linken Kammer ausgeglichen wird. c) Das aus den Kammern in die Arterien strömende Blut drängt sich wie ein Keil zwischen die Arterienklappen, treibt sie in die Arterien herein und drückt sie gegen deren Wandungen. Da diese Klappen an ihrem freien Rande einen knorpeligen Streifen enthalten, so springen sie vermöge dessen Federkraft zurück, sobald der Druck des Blutes vom Herzen aus aufhört; tritt nun Blut in der Arterie gegen das Herz zurück, so findet es also die Mündung schon verschlossen und vervollständigt selbst diese Schließung, indem es sich in den Klappen fängt und diese dadurch mehr ausspannt. Sonach ist im Normalzustande kein Rückfluß aus den Arterien in die Kammern möglich, und es ist hier mit solcher Scheidewand eine bestimmte Gränze zwischen dem Blute des Herzens und dem der Adern gesetzt; während es von den Venen bis in die Kammern ein

Continuum bildet. Zwar behauptet Fontana (Nr. 555. S. 87 fg.), die Arterienklappen würden erst durch das zurückströmende Blut ausgedehnt und stießen bei ihrer Ausbreitung Blut in das Herz zurück, indem sie die in der Mündung enthaltene Blutsäule durchschnitten: allein, wenn die Kammern durch ihre Systole sich vollständig entleert haben, so ist das Blut unstreitig bis über die Arterienklappen hinaus getrieben, und diese schließen sich von selbst, denn man findet sie nach dem Tode bei ganz leerem Herzen, so wie auch, wenn man von den Kammern aus die Arterien injicirt hat, geschlossen (Nr. 163. III. S. 26). C) Die Quantität Blut, welche durch eine Systole aus dem Herzen getrieben wird, läßt sich durch unmittelbare Beobachtung nur bei Vivisectionen feststellen, außerdem nur nach der Capacität der Kammern beurtheilen. Aber da letztere bei den Individuen nicht sich völlig gleich ist, auch die Stärke der Systole und der Grad der Entleerung des Herzens wechselt, so wie nach Maaßgabe der geringeren oder größeren Freiheit des Blutlaufes bald mehr, bald weniger Blut in den Venensack und die Venen zurückgeworfen wird, so ist nur eine ungefähre Schätzung möglich. Nach Hales (Nr. 484. S. 29) stößt das Herz des Pferdes sechs Unzen Blut in die Aorta. Beim Menschen faßt die Aortenkammer im Durchschnitte über anderthalb Unzen Blut, und da sie wenig zurückstößt, so kann man annehmen, daß sie anderthalb Unzen Blut in die Aorta ausstößt; die Lungenarterienkammer faßt über zwei Unzen, und wenn sie davon über eine halbe Unze in den Venensack zurücktreibt, so bringt sie anderthalb Unzen in die Lungenarterie, so daß in dieser Hinsicht beide Hälften des Herzens einander gleich sind.

§. 709. Es bleiben uns noch zwei Erscheinungen zu erklären übrig, welche für die sinnliche Erklärung eben so deutlich, als in ihren ursachlichen Verhältnissen dunkel sind, nämlich der Schlag des Herzens an die Brustwand (§. 706, a) und das zwiefache Geräusch, welches man bei seinen Bewegungen hört (§. 706, b). A) Das Anschlagen des Herzens hat man bis auf unsere Tage von der Systole der Arterienkammern abgeleitet und zu diesem Ende verschiedene Verhältnisse (a — d) angenommen. a) Die einfachste Annahme war, daß die Arterienkammern sich verlängern, um

die beim Menschen ungefähr einen Zoll davon entfernte Brustwand zu erreichen: allein es ist (§. 706, c) erwiesen, daß sie bei der Systole sich verkürzen, also von der Brustwand sich zurückziehen. b) Senac (Nr. 489. II. p. 49), Hunter und Andere nahmen also an, der Bogen der Aorta strecke sich bei seiner plötzlichen Anfüllung vermöge des Widerstandes, den das Blut findet, gerade, und da er wegen der Wirbelsäule nicht nach hinten rücken könne, so dränge er nach vorne und schiebe das Herz vor. Allein zuvörderst ist es, wie schon Carson (Nr. 496. p. 186) bemerkt, ganz unrichtig, daß ein biegsames, gebogenes Rohr, wenn man Flüssigkeit einspritzt, sich gerade strecke; zweitens ist es (§. 710, a) ausgemacht, daß die Aorta bei der Systole des Herzens nicht gegen dieses, sondern vielmehr von ihm ab und der Strömung entsprechend vorwärts geschoben wird; endlich bildet die Aorta bei vielen Thieren gar keinen Bogen, ungeachtet bei ihnen der Herzschlag nicht minder deutlich fühlbar ist. c) So nahm denn Haller (Nr. 152. I. p. 56), da er die Spitze bei der Systole sich durch ihre Verkürzung etwas umbeugen sah, an (ebd. p. 226), sie schlage, indem sie sich der Basis nähere und krümme, an die Rippen an, und die meisten Physiologen, unter Anderen auch Sömmerring (Nr. 570. S. 56) und Treviranus (Nr. 100. IV. S. 253) traten dieser Meinung bei. Allein diese Umbeugung der Spitze habe ich nie so bedeutend gesehen, daß ich ihr eine solche Wirkung zutrauen könnte; übrigens setzte dies ein ganz eigenthümliches Lagenverhältniß des Herzens gegen die Rippen voraus, wie wir es gar nicht finden, namentlich wäre ein solches Antreffen der umgebogenen Spitze bei den meisten Säugethieren ganz unmöglich, wo das Herz senkrecht herabhängt, die Basis gegen die Wirbelsäule, die Spitze gegen das Brustbein gekehrt. d) Senac (Nr. 489. II. p. 50) und Carson (Nr. 496. p. 187) nehmen endlich an, bei der Systole der Arterienkammer werde allerdings die Spitze zurück- und von der Brustwand abgezogen, aber alsbald von den sich anfüllenden Venensäcken, besonders von dem an die Wirbelsäule stoßenden Lungenvenensacke vorwärts und gegen die Rippen geschoben. Allein die Anfüllung der Venensäcke erfolgt nicht so mit einem Schusse, daß das Herz anschlagen müßte, und dieser Schlag

hört plötzlich auf, das Herz tritt deutlich zurück, während die Anfüllung, welche die Ursache des Vortretens seyn soll, nicht nur fortdauert, sondern auch zunimmt. Indessen leitet diese, an sich unstatthafte, Meinung zu einer Ansicht, zu welcher uns schon die Unzulänglichkeit aller Ableitungen des Herzschlages von der Systole der Arterienkammern bestimmt, nämlich e) zu der kürzlich von Corrigan und Stockes aufgestellten, nach welcher bei der Systole der Venensäcke die mit Blut strotzend gefüllten und auf die größte Höhe der Diastole gebrachten Arterienkammern verlängert, vorwärts geschoben und gegen die Rippen gedrängt werden, von denen sie sich durch ihre augenblicklich folgende Systole zurückziehen. Ich habe, um das Anstoßen an die Wand unmittelbar zu beobachten, mehrere Vivisectionen namentlich an Kaninchen und Pferden angestellt, allein die stürmischen Bewegungen, welche bei einem solchen Experimente fast betäubend auf den Beobachter einwirken und so bald der Todesruhe weichen, daß sie die größte Eile gebieten, ließen mich meinen Zweck nicht ganz erreichen; bei künstlichem Athmen aber nach dem Aufhören des Gesammtlebens war der Herzschlag bei Kaninchen zu schwach, als daß er die Brustwand hätte erreichen können. Indeß habe ich mich davon überzeugt, daß die Spitze des Herzens während der Systole der Venensäcke wirklich vorwärts rückt und während der Systole der Arterienkammern sich zurückzieht. So bemerkte auch Stockes, daß, wenn er bei Kaninchen den Finger an die Spitze des Herzens legte, diese bei jeder Systole der Arterienkammern zurücktrat und bei jeder Diastole derselben vorrückte; bei einer Ziege betrug diese Bewegung zwei bis drei Linien (Nr. 196. XXIX. S. 150 fg.). Ein zweiter Grund für diese Ansicht liegt darin, daß der Arterienschlag nicht in demselben Momente wie der Herzschlag, sondern einen Augenblick nachher erfolgt. Es ist nicht ganz leicht, darüber Gewißheit zu erlangen, denn theils folgt die Systole der Arterienkammer auf die Systole des Venensackes so schnell, daß man sie selbst an dem vor Augen liegenden Herzen nicht immer unterscheiden kann (§. 707, c), wie denn auch das Zurückziehen des Herzens so unmittelbar nach dem Anschlagen eintritt, daß die ganze Bewegung wie ein bloßes Zucken erscheint; theils erfordert es eine

gewisse Anstrengung, mit einem Sinne zwei Gegenstände zugleich scharf zu beobachten, da gewöhnlich die Aufmerksamkeit auf den einen vorzugsweise sich heftet. Man kann an sich selbst Beobachtungen anstellen, indem man mit der rechten Hand den Herzschlag, und mit der linken den Puls der Carotis oder auch der Speichenarterie der rechten Hand untersucht, und dies hat den Vortheil, daß man einen Zeitpunct, wo der Herzschlag weniger frequent ist, wählen und wiederholt mit aller Ruhe beobachten kann. Noch vorzüglicher scheint die Untersuchung an Pferden zu seyn, da hier der Herzschlag minder frequent ist: man beobachtet denselben mit der angedrückten Hand, während ein Anderer eine Arterie, z. B. die Kieferarterie, untersucht und jeden Pulsschlag durch einen Laut oder durch eine sichtbare Bewegung präcis bezeichnet. Auf beiderlei Weise habe ich, so wie Corrigan und Stockes, die Succession beider Schläge bisweilen deutlich erkannt, jedoch nicht immer. Wichtig ist es aber, daß sie schon früher von Beobachtern, deren Unbefangenheit durch keine theoretische Ansicht geschmälert war, erkannt wurde, namentlich von Sömmerring (Nr. 570. S. 100), nach welchem der Zeitunterschied zwei Terzen beträgt, so wie von Steinbuch (Nr. 191. XLI. S. 50). Magendie (Nr. 216. I. p. 104), der Ähnliches beobachtete, leitete die spätere Pulsation der Arterien davon her, daß der Stoß des Herzens zu seiner Fortpflanzung einer gewissen Zeit bedürfe: allein dieser Zeitunterschied könnte wohl in den entferntesten, nicht aber in den dem Herzen zunächst liegenden Arterien bemerklich werden (§. 701, b). Übrigens bemerkte auch Pigeaux von den Arterien überhaupt, daß ihr Puls mit dem Schlage des Herzens gegen die Brustwand alternirt (Nr. 423. XXII. p. 423). — Endlich bemerkte Stockes (a. a. O. S. 152), daß die Pulsation der Drosselvene, die von der Systole des Hohlvenensackes herrührt (§. 708, a), genau isochronisch mit dem Herzschlage ist. Somit dürfen wir es denn als erwiesen annehmen, daß der Herzschlag eben so von der Diastole der Arterienkammern, wie der Arterienschlag von der Diastole der Arterien abhängt. B) Über das Geräusch, welches man beim Anlegen des Ohres an die Gegend des Herzens vernimmt, sind verschiedene Meinungen aufgestellt worden. Laennec (Nr. 505. S. 431) lei-

tet das erste, dumpfere, stärkere und länger dauernde Geräusch von der Systole der Arterienkammern, und das zweite, hellere, schwächere, kürzere von der Systole der Venensäcke ab. Turner ist mit ihm wegen des ersten Schalles einverstanden, glaubt aber, die Systole der Venensäcke werde entweder gar nicht oder gleichzeitig mit der der Arterienkammern gehört, und der zweite Schall rühre vielleicht vom Zurückfallen des aufgehobenen Herzbeutels oder auch von der Diastole her (Nr. 198. 1829. I. S. 360). Williams erklärt den ersten Schall für Wirkung der Systole von Kammern und Venensäcken zusammen, den zweiten aber für die Wirkung der Klappen, namentlich der Herzklappen (ebd. 1830. I. S. 58). Nach Despine soll ersterer von der Systole der Arterienkammern, letzterer von der Diastole derselben herrühren (Nr. 423. XXVI. p. 427). Nach Corrigan endlich wird der erste Schall durch die Systole der Venensäcke, der zweite durch die Systole der Arterienkammern hervorgebracht (Nr. 581. XXV. p. 131). Diese Ansicht, welcher auch Stockes (a. a. O.) und Pigeaux beistimmen (Nr. 199. XXV. p. 272), ist die einzige begründete, jedoch noch nicht zu völliger Klarheit gebracht, was vielleicht in folgender Auseinandersetzung erreicht wird. f) Das in Frage stehende Geräusch überhaupt muß, da es ganz dem Typus der Muskelthätigkeit des Herzens folgt, von dieser abhängen, aber nicht unmittelbar, d. h. es kann nicht davon herrühren, daß die Wandung bei der Systole gegen das Blut schlägt, denn die Systole erfolgt in jedem Theile erst dann, wenn derselbe mit Blut ganz gefüllt und also kein Zwischenraum vorhanden ist, bei welchem allein die Entstehung eines Schalles möglich wäre. Das Geräusch kann vielmehr durch die Systole nur insofern vermittelt werden, als diese das Blut in einen andern, zum Theil leeren, d. h. Luft haltenden Raum stößt, wo es gegen die Wandungen anströmt. Wenn diese Annahme schon an und für sich als nothwendig sich aufdringt, so findet sie ihre Bestätigung in der Erfahrung, daß, wenn in eine Vene gespritzte Luft im Herzen sich sammelt, das Geräusch ganz ungewöhnlich stark und den Umstehenden hörbar wird. Nysten (Nr. 418. p. 16) verglich dasselbe in solchem Falle mit dem Geräusche, welches entsteht, wenn man Eiweiß mit Wasser schlägt,

und fand, daß es isochronisch mit dem Herzschlage war und nach einer Minute, wo die Luft vom Blute aufgenommen worden war, aufhörte; wenn Rosa und Scarpa Thiere hatten verbluten lassen und dann durch Infusion von fremdem Blute das Herz wieder zum Schlagen brachten, so hörten sie dabei, ebenfalls ohne das Ohr anzulegen, ein starkes Kollern (Nr. 494. II. S. 136. 145), welches nur darin seinen Grund haben konnte, daß in Folge der Verblutung ungewöhnlich viel Luft im Herzen sich angehäuft hatte, mit welcher das infundirte Blut zusammentraf. — Aber auch in den Adern rauscht das Blut, wenn sich eine gewisse Menge Luft darin befindet: so vernahm Hertwich ein schwirrendes Geräusch, wenn Luft in eine geöffnete Vene strömte (Nr. 528. S. 41), und bei einem varikösen Aneurysma am Arme, wo man durch Druck bald die Arterie, bald die Vene leicht von Blut entleeren konnte, hörte Schottin bei neuem Zulassen von Blut ein Geräusch, welches seiner Angabe nach in den Arterien dumpfer, stärker, tiefer, in den Venen höher und heller tönte (Nr. 189. 1823. S. 526). Kennedy hat neuerlich durch vielfältige Beobachtungen erwiesen, daß das Geräusch, welches man am Unterleibe einer Schwangern, mit deren Pulsschlage übereinstimmend und von dem Geräusche im Herzen des Embryo verschieden, hört (§. 471, c), wirklich, wie schon Kergeradec behauptete, im Mutterkuchen seinen Sitz hat (Nr. 196. XXIX. S. 105); da es sich nun in keiner anderen Ader hören läßt, vielmehr ausschließlich in der Schwangerschaft an der Stelle, wo der Fruchtkuchen ansitzt, beobachtet wird, so könnte man darnach wohl vermuthen, daß dieses Athmungsorgan des Embryo Luft, welche in den Gefäßen des Fruchthälters und des Mutterkuchens entwickelt wäre, in sich aufnähme (§. 467, m). g) Wenn nun das Geräusch im Herzen vom Einströmen des Blutes in einen Luft haltenden Raum herrührt, so muß es seinen Sitz in den Arterienkammern und den Anfängen der Arterienstämme haben, denn dies sind die einzigen Theile des Gefäßsystemes, welche abwechselnd leer und voll, oder mit Luft und Blut gefüllt sind (§. 715, A). Demnach dürfen wir annehmen, daß der erste Schall gleichzeitig mit der Systole der Venensäcke durch das in die Arterienkammern strömende Blut

verursacht wird, indem dasselbe Luft darin findet und sie, ehe noch die Herzklappen den arteriösen Ausgang ganz verschließen, in den Anfang der Arterienstämme treibt, der durch das mittlerweile vorrückende Blut sich entleert; daß ferner der zweite Schall von dem durch die Systole der Arterienkammern in die Arterien strömenden Blute herrührt, welches die daselbst befindliche Luft in die jetzt wieder sich erweiternden Arterienkammern zurückdrängt. Diese Annahme findet nun in den folgenden Thatsachen (h—k) ihre Bestätigung. h) Der Rhythmus dieser Töne entspricht vollkommen dem Rhythmus der Systole der ungleichnamigen Theile des Herzens (§. 707, c): auf den ersten Schall, der dem Vorschlage der Venensäcke entspricht, folgt alsbald der zweite, dem Schlage der Arterienkammern parallel laufend, und hierauf tritt eine Pause, wie die Diastole, ein. Laennecs Erklärung streitet also gegen die unbezweifeltsten Erfahrungen, und daher nahmen denn auch Turner und Williams an, die Systole der Venensäcke werde gleichzeitig mit der der Arterienkammern gehört. i) Den ersten Schall hört man in demselben Momente, wo das angelegte Ohr einen Stoß vom Schlage des Herzens gegen die Rippen bekommt, und da dieser Schlag nur von der Systole der Venensäcke herrührt (e), so muß der erste Schall durch diese ebenfalls herbei geführt werden. k) Wenn ich mein Ohr an die Brust eines Pferdes legte, während ein Anderer den Puls der Carotis dicht über dem Brustbeine, oder der Kieferarterie an der inneren Fläche des Kiefers untersuchte und durch einen scharf abgeschnittenen Laut bezeichnete, so fand ich, daß der zweite Schall gleichzeitig mit dem Arterienpulse oder vielmehr, wie Corrigan bemerkte, unmittelbar nach demselben erfolgte. Sollte Letzteres die Regel seyn, so würde die aus den Arterienstämmen in die entleerten Arterienkammern zurückgedrängte Luft durch ihr Zusammentreffen mit dem aus den Venensäcken einströmenden Blute den zweiten Schall verursachen. Stockes (a. a. O.) fand bei Kaninchen, welchen er die eine Hälfte der Brusthöhle geöffnet hatte, daß die Systole der Venensäcke gleichzeitig mit dem ersten, und die der Arterienkammern gleichzeitig mit dem zweiten Schalle erfolgte.

Die Adern.

§. 710. Das Blut strömt, den Zusammenziehungen des Herzens entsprechend, stoßweise in den Arterien, und diese werden, da überhaupt die Adern mit dem Blute im Leben einen Körper ausmachen, dadurch ebenfalls stoßweise in Bewegung gesetzt. Dieser Arterienschlag oder Puls ist A) fühlbar, wenn wir den Finger an eine Stelle legen, wo eine stärkere Arterie dicht unter der Haut und auf der andern Seite an einem widerstrebenden Theile, namentlich an einem Knochen, liegt. So fühlt man z. B. die arteria radialis klopfen an der Speiche, wo diese an die Handwurzel gränzt; die Ulnaris am Ellnbogen, die Carotis am Halse, die Temporalis an den Schläfen, die maxillaris externa am unteren Rande des Unterkiefers, die Frontalis über dem inneren Theile des Augenbraunbogens, die Poplitea in der Kniekehle, die tibialis antica zwischen der großen und kleinen Zehe u. s. w. Um den Puls zu fühlen, muß man die Fingerspitze an eine solche Stelle andrücken, und Arthaud glaubte daher, der Puls beruhe auf dem Andrange des Blutes gegen das durch den Druck des Fingers angebrachte Hinderniß: aber auch an meiner Radialarterie, die ich deutlich klopfen sehe, fühle ich bei leiser Berührung keinen Schlag. An bloß gelegten Arterien fühlt man, wie auch Parry bemerkt, bei ganz leiser Berührung keinen Puls, wiewohl Jäger (Nr. 501. p. 46) das Gegentheil behauptet. Bei Wallungen, Congestionen und Entzündungen empfindet man bisweilen das Klopfen seiner eigenen Arterien durch das Gemeingefühl. B) Der Puls ist bisweilen an einzelnen Stellen von außen her sichtbar, z. B. an der Radialarterie bei manchen Personen auch im ganz gesunden und ruhigen Zustande, und an der Carotis bei Fiebern mit Congestion nach dem Kopfe. Allein er erscheint hier nur als ein rhythmisches Zucken, das man, da es bloß an einem einzelnen Puncte durch die Haut schimmert, nach seinem wahren Verhältnisse nicht erkennt. Ist dagegen eine Arterie in einer bedeutenderen Strecke bloß gelegt, so bemerkt man a), daß die Stelle derselben, auf welche man seine Aufmerksamkeit richtet, bei der Systole des Herzens von diesem mehr sich entfernt oder vorwärts geschoben wird, und bei der Diastole wieder sich ihm nähert oder gegen dasselbe rückt. — Diese

Bewegung, die an der Carotis nach Parrys (Nr. 466. S. 111) Beobachtung an einem Pferde ungefähr eine Linie, nach Bells (Nr. 497. p. 30) Beobachtung drei Linien betrug, kann nicht von der Bewegung des Herzens unmittelbar abhängig seyn, da dieses bei der Systole in sich zusammen kriecht und bei der Diastole sich ausdehnt, sondern besteht offenbar in einer Verlängerung der Arterien während des ersten, und einer Verkürzung während des zweiten Momentes. Wo nun eine Arterie an zwei Puncten so dicht angeheftet ist, daß diese sich nicht verschieben können, vermag die dazwischen liegende Strecke derselben sich nicht anders zu verlängern als seitlich, oder durch Krümmung, und sie springt dabei aus ihrem Lager hervor, was dann den Puls vorzüglich sichtbar macht. So wird denn eine gerade Arterie gebogen, und eine in ihrer natürlichen Lage gebogene stärker gekrümmt. Weitbrecht und Lamure erkannten diese Krümmung zuerst; man ging aber zu weit, wenn man sie als die Ortsbewegung der Arterie überhaupt bezeichnete, da hierzu auch das Rücken in der Längenrichtung, und zwar als das Wesentliche, gehört; oder wenn man von ihr allein das ganze Phänomen des Pulses ableitete. b) Letzteren erklärte man früher aus einer Erweiterung (Diastole) der Arterie, worauf eine Zusammenziehung (Systole) derselben folge. Dagegen behaupteten, wie Weitbrecht und Lamure, auch Haller (Nr. 152. I. p. 88), Döllinger (Nr. 185. II. S. 356. Nr. 176. VII. S. 220), Parry (Nr. 466. S. 91), Rudolphi (Nr. 102. II. 2. Abthlg. S. 295) und Jäger (Nr. 501. p. 46), daß die Arterie beim Pulsschlage keine Veränderung ihres Querdurchmessers erfahre. Die Wahrheit liegt mitten inne: es erfolgt eine solche Veränderung allerdings, aber sie ist zu gering, als daß sie für sich allein die Erscheinungen des Pulses verursachen könnte. Spallanzani (Nr. 493. p. 146) sah, daß die Aorta des Salamanders, die er zur genaueren Beurtheilung ihres Umfanges mit einem Ringe umgeben hatte, bei der Systole des Herzens in dessen Nähe um $\frac{1}{3}$, in ihrem übrigen Verlaufe aber nur um $\frac{1}{20}$ ihres Durchmessers sich erweiterte; solche Erweiterung sah er auch (ebd. p. 389) an der Lungenarterie, so wie (ebd. p. 263) an größeren Ästen der Aorta, z. B. (ebd. p. 159) an der oberen Gekrösarterie, aber nicht (ebd.

p. 383) an kleineren Zweigen erfolgen, nahm jedoch (ebd. p. 395) im Ganzen bei jeder Ortsbewegung einer Arterie auch eine Erweiterung und Zusammenziehung derselben an. Magendie (Nr. 247. II. p. 314) bestätigte dies, indem er (Nr. 216. I. p. 113) die Erweiterung und Verengerung besonders an der Aorta, und bei großen Thieren, z. B. bei Pferden, auch an der Carotis deutlich, aber nicht an den feineren Zweigen erkannte. Hastings sah, wenn er um die Aorta einer Katze ein Band gelegt hatte, während der Diastole des Herzens in 20 Fällen eine Lücke zwischen Band und Arterie entstehen, in einigen Fällen aber nicht (Nr. 185. VI. S. 224 fgg.). Poiseuille erkannte dieselbe Veränderung, indem er die Carotis eines Pferdes mit einer metallenen Röhre umgab, deren Ränder er bis auf eine Stelle, wo eine mit Wasser gefüllte, senkrecht stehende Glasröhre dazwischen gebracht wurde, genau verklebte: bei jedem Pulsschlage stieg das Wasser in der Glasröhre, gedrängt von der Arterie, die sich um $\frac{1}{11}$ ihres Raumes erweiterte, und nach dem Pulsschlage sank es eben so (Nr. 216. IX. p. 48). Österreicher (Nr. 524. S. 48), Segalas (Nr. 580. XXXVI. p. 73), Wedemeyer (Nr. 529. S. 55) und Andere überzeugten sich ebenfalls davon; nach Wedemeyer (ebd. S. 43) betrug die Erweiterung der Radialarterie etwa $\frac{1}{5}$ Linie. Schultz will beim Hühnerembryo bemerkt haben, daß an den Stämmen die Erweiterung, an den feinsten Zweigen die Verlängerung stärker ist (Nr. 243. 1826. S. 598). Die Beobachter, welche alle Veränderungen des Querdurchmessers leugneten, hatten entweder feine Zweige vor Augen, oder stellten keine genauen Messungen an. — c) Beiderlei Bewegungen (a, b) sind rein mechanischer Natur und beruhen darauf, daß die Arterien durch die Systole des Herzens mehr Blut empfangen, als sie ihrem Baue nach fassen können, und vermöge ihrer Dehnbarkeit nachgeben, bei der Diastole des Herzens aber durch ihre Federkraft zu dem ihrer Gestaltung entsprechenden Durchmesser zurückkehren. In demselben Momente, wo das Herz sich in sie entleert, kann nicht eine gleiche Menge Blut aus ihnen in die Venen übergehen, als sie empfangen haben (§. 731, d). Das Blut muß nach hydrostatischen Gesetzen nach allen Richtungen gleich stark gegen sie drücken und sie auszudeh=

nen streben. Nun besteht ihre Mittelschicht aus ringförmigen, etwas schräge gestellten, federharten Fasern und ist einer aus spiralförmig gewundenem Drahte bestehenden Röhre zu vergleichen. Dem gemäß ist die Arterie zwar auch in die Breite, leichter und stärker aber in die Länge auszudehnen, und muß so auch vom Blute etwas in ihrem Querdurchmesser, am meisten aber in ihrem Längendurchmesser vergrößert werden. Injectionen am Leichname bringen, wenn sie so weit als möglich getrieben werden, dieselben Wirkungen hervor: die Arterien werden verlängert, stärker gekrümmt und etwas erweitert. Während des Lebens ist das Verhältniß einem bedeutenden Wechsel unterworfen: die Capacität der Arterie wird um so mehr vergrößert, je stärker der Herzschlag, je größer also die Quantität und die Geschwindigkeit der eingestoßenen Blutwelle, je schwieriger ferner der Übergang des Blutes in die Venen, und je bedeutender endlich die Dehnbarkeit und Federkraft der Arterie ist. C) So ist es denn auch denkbar, daß unter dazu geeigneten Umständen die Arterie bei der Systole des Herzens sich weder verlängert, noch erweitert, und die Erfahrung hat erwiesen, daß in solchem Falle dennoch nicht nur das Blut stoßweise aus der geöffneten Arterie spritzt, sondern auch der Puls an dieser beim Andrücken des Fingers fühlbar ist. Parry konnte bisweilen an der Carotis von Schafen, an der Aorta von Kaninchen und an den Arterienästen von Pferden unter der Loupe keine Ortsveränderung oder Erweiterung bemerken, ungeachtet er den Puls deutlich fühlte, und man kann sich von der Richtigkeit seiner Beobachtungen durch eigene Versuche an den meisten Arterien sehr leicht überzeugen. Das Wesentliche des Pulses ist also, wie Döllinger (Nr. 185. II. S. 346), und nach ihm Merk (Nr. 588. S. 102) und Jäger (Nr. 501. p. 46) gezeigt haben, eine Erschütterung der Blutsäule, welche sich auf die gespannte Arterienwand und nach Parrys (Nr. 466. S. 18) Beobachtung selbst auf eine doppelt unterbundene und blutleere Strecke der Arterie fortpflanzt, und die man vorzüglich nur dann fühlt, wenn man den Finger stark andrückt, so daß sie sich vermöge der dadurch gesetzten Spannung auf ihn fortpflanzen kann: auf gleiche Weise fühlt man am Schlauche einer Feuerspritze bei jedem Drucke des Stempels einen Stoß.

D) Mit jedem Stoße des Herzens nimmt die Geschwindigkeit des Blutstromes in den Arterien zu, so daß er aus einer Wunde isochronisch mit der Systole des Herzens in einem größeren Bogen hervorspritzt und während dessen Diastole ruhiger quillt. Dies ist die Wirkung des Stoßes, die sich an jedem Puncte äußern muß, da die ganze Blutsäule durch ihn schneller fortgeschoben wird und nach demselben, da sie einmahl in Bewegung gesetzt ist, langsamer vorwärts rückt, so daß keine Lücke entsteht. Die Fortpflanzung des Stoßes im Blute ist aber für immer ungleich schneller als die Strömung des Blutes selbst.

§. 711. a) Gemeiniglich findet man, daß alle Arterien gleichzeitig pulsiren, wie denn unter Anderen auch Haller (Nr. 152. I. p. 185) und Spallanzani (Nr. 493. p. 246) nach ihren genauen Untersuchungen dies als allgemein gültig aussprachen. Kerr (Nr. 498. p. 60. 144) schloß daraus, daß der Puls nicht von einer fortströmenden Flüssigkeit herrühren, also auch nicht durch das aus dem Herzen gestoßene Blut bewirkt werden könne: es folgt aber daraus nur soviel, daß er nicht auf einem wirklichen Fortrücken des Blutes, sondern auf einer Fortpflanzung des Stoßes beruht, die über die ganze im Arteriensysteme enthaltene Blutmasse als eine ununterbrochene Säule sich verbreitet. Die Erschütterung einer Flüssigkeit pflanzt sich aber mit verschiedener Geschwindigkeit fort, je nachdem die seitlichen Wandungen beschaffen sind. Die Fortpflanzung ist momentan, wenn ein starrer Canal mit Flüssigkeit ganz gefüllt ist, so daß diese nicht seitlich ausweichen kann: so wird eine Portion Wasser aus einer, wenn auch noch so langen, metallenen Röhre in demselben Momente ausgestoßen, in welchem am anderen Ende ein Druck auf die Wassersäule wirkt. Ist dagegen die Flüssigkeit in einer Rinne, also an ihrer Oberfläche, von keiner festen Wandung umschlossen, so muß sie, da sie für immer nach allen Seiten hin einen gleich starken Druck ausübt, hier bei einem empfangenen Stoße nach der freien Seite, also nach oben hin, ausweichen und aufsteigen, dann aber, wenn sie durch ihre Schwere wieder sinkt, die nächst folgende Stelle ihrer Masse stoßen, so daß diese wieder über das Niveau empor steigt, und so fort: kurz die Erschütterung pflanzt sich hier allmählig und

wellenförmig fort. Das Mittel zwischen einem starren Canale und einer offenen Rinne bildet nun ein Canal mit dehnbarer und contractiler Wandung: wird die in einem solchen enthaltene Säule von Flüssigkeit an dem einen Ende gestoßen, so dehnt sie an der nächsten Stelle die Wandung nach allen Seiten aus, oder erweitert den Canal, und wenn dieser hier sich zusammenzieht, so tritt an der folgenden Stelle eine ähnliche Erweiterung ein, und so fort, bis die Erschütterung das entgegengesetzte Ende der Säule erreicht hat. Nun ist die Arterie ein solcher dehnbarer und federharter Canal: mithin wird der Stoß, den die darin enthaltene Blutsäule vom Herzen aus erfährt, sich auf gleiche Weise und in unterscheidbaren Zeitmomenten fortpflanzen. Einen solchen Zeitunterschied haben auch mehrere Beobachter wirklich gefunden. Weitbrecht bemerkte, daß seine Radialarterie später pulsire als die Carotis. Wedemeyer (Nr. 529. S. IX.) giebt an, der Puls werde an den Gliedmaaßen einen Augenblick später gefühlt als in der Nähe des Herzens. Arnott (Nr. 589. I. S. 494) nahm eine Aufeinanderfolge der Pulsschläge an der Lippe, dem Handgelenke und dem Fußgelenke wahr. Nach Webers (Nr. 564. p. 2) Beobachtungen pulsirt die arteria axillaris gleichzeitig mit der maxillaris externa, aber etwa $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{7}$ Secunde früher als die Metatarsea, und diese etwas, jedoch kaum merklich später als die dem Herzen nicht viel näher gelegene Radialis. Stockes bemerkte, daß der Puls in verschiedenen Arterien bei gleicher Entfernung vom Herzen, z. B. in der Radialis am Handgelenke und in der Cruralis am oberen Theile des Schenkels, völlig synchronisch sey, aber in den weiter entfernten später eintrete als in den näheren, z. B. in der Tibialis später als in der Radialis (Nr. 196. XXIX. S. 151). Dasselbe bemerkte auch Despine (Nr. 423. XXVI. p. 427), und Koch sah in der Schwimmhaut junger Frösche die stoßweise Bewegung des Blutes eine kurze Zeit nach der sichtbaren Contraction des Herzens erfolgen (Nr. 243. 1827. S. 442). — Ein solcher Zeitunterschied kann aber nur äußerst gering seyn, da die Erweiterung der Arterie unbedeutend, und die Verlängerung derselben viel merklicher ist; wie man denn an einer bloßliegenden Arterie ein solches Fortschreiten durchaus nicht zu beobachten im Stande

ist, und Arnott (a. a. O. S. 488) selbst sagt, die durch das aus dem Herzen einströmende Blut bewirkte Erweiterung der Arterie pflanze sich beinahe mit der Geschwindigkeit eines elektrischen Schlages fort. Da es nicht ganz leicht ist, sehr kleine Zeitunterschiede durch den Tastsinn zu erkennen, so ist ein Irrthum hier sehr leicht möglich. Ich verglich an Pferden (die wegen der geringen Frequenz ihrer Pulsschläge und wegen der Größe ihres Körpers zu solchen Untersuchungen vorzüglich geeignet sind) die Pulsation der Carotis dicht über dem Brustkasten mit der der Schwanzarterie, indem ich an die eine Arterie fühlte, während ein Gehülfe den Puls der andern durch einen Laut markirte; es war aber kein Zeitunterschied zu bemerken. Dieser wird aber unstreitig augenfälliger werden, wenn die Wandung der Arterie einerseits nachgiebiger und dehnbarer, andererseits nicht schon strotzend mit Blut gefüllt ist, oder wenn die Systole des Herzens weniger Kraft hat. So beobachtete Haller (Nr. 95. II. p. 241) nur bei schon ermatteten Thieren, daß die vom Herzen entfernteren Arterien später pulsirten als dieses; und wenn, wie Senac (Nr. 489. II. p. 237) bemerkte, die Bewegung des Fußes mit einem darauf gelegten Gewichte bei gekreuzten Schenkeln später erfolgt als der Puls an der Hand oder am Halse, so dürfte auch der vermehrte Widerstand einigen Antheil an dieser Verlangsamung haben. b) Die Pulsation nimmt in geradem Verhältnisse zum Durchmesser der Arterien ab (Nr. 493. p. 159): aus den feineren Reisern spritzt das Blut nicht mehr in Absätzen, sondern fließt in gleichem Strome oder rieselt nur (Nr. 247. II. p. 252); so fand Haller (Nr. 152. I. p. 185), daß die Zweige der Gekrösarterie einer Ziege, deren Durchmesser weniger als $\frac{1}{6}$ Linie betrug, nicht mehr pulsirten. Indessen ist hier keine bestimmte Gränze festzusetzen, indem nach Maaßgabe der Umstände der Bereich der Pulsation bald größer, bald kleiner wird. Döllinger sah beim Hühnerembryo den Stoß des Herzens über alle Arterienzweige sich fortpflanzen (Nr. 176. VII. S. 215 fg.). c) Die Verzweigungen der Arterien haben zusammengenommen einen größeren Querdurchmesser oder mehr Capacität als die Stämme; indem nun das Blut aus diesen in jene strömt, muß seine Geschwindigkeit in demselben

Maaße abnehmen, als der Raum, in den es sich vertheilt, zunimmt. Diese nothwendige Verlangsamung des Blutstromes ist im Allgemeinen anerkannt und z. B. von Spallanzani (Nr. 493. p. 144 sq.) bei Salamandern, von Forchhammer (Nr. 279. p. 12) und Anderen unmittelbar beobachtet worden. Unter dem Mikroskope sieht man in den arteriellen Haargefäßen das Blut ohne Stoß in gleichförmiger Strömung, aber wegen der Vergrößerung scheinbar mit reißender Geschwindigkeit sich bewegen, und es ist schwer, das Verhältniß derselben zu der in den Stämmen richtig aufzufassen. Haller (Nr. 152. I. p. 87) fand bei solchen Untersuchungen die Verlangsamung in den Verzweigungen nicht so bedeutend, als man gewöhnlich glaubt, und sah bisweilen (ebd. p. 191) in den kleinen Gefäßen eine eben so schnelle Strömung als in den großen. Nach Spallanzani (a. a. O. p. 247) soll das Blut in den Arterien von mittlerer Capacität bei der Systole des Herzens langsamer, bei der Diastole schneller als in den Stämmen, in den feinsten Reisern aber eben so schnell als in den mittleren Arterien, und nur bei eintretender Schwäche langsamer fließen. Döllinger endlich behauptet (a. a. O. S. 210), es fließe in allen Zweigen, die mehr als eine oder zwei Reihen Blutkörner führen, eben so schnell als im Stamme.

§. 712. Der venelle Strom a) bildet sich durch Umlenken des arteriellen. Die arteriellen Haargefäße, d. i. die letzten Verzweigungen der Arterien, beugen sich um und sind hierauf vermöge der umgekehrten Richtung des in ihnen rinnenden Blutes venelle Haargefäße oder Wurzeln der Venen; dazu kommen noch hin und wieder Querzweige, die aus einer Arterie, ehe sie noch ihr Ende erreicht, in eine ihr parallel laufende schon gebildete Vene übergehen. Dies sind Thatsachen, welche sich namentlich aus den Untersuchungen Hallers (Nr. 152. I. p. 176), Spallanzanis (Nr. 493. p. 255), Döllingers (Nr. 176. VII. S. 201 fgg.), Wedemeyers (Nr. 243. 1828. S. 343) und J. Müllers ergeben. Die arteriellen Haargefäße führen, wo sie sich in venelle umbeugen, meist nur eine Reihe Blutkörner, bisweilen aber auch zwei bis drei, ja nach Spallanzani selbst vier bis fünf Reihen, so daß auch hier keine feste Abmarkung anzunehmen ist. Döl-

linger bemerkte, daß bei älteren Fischembryonen die Arterien feiner verzweigt und in spitzigeren Winkeln in die Venen übergehen als bei jüngeren. b) In den Venen zeigt sich der Gegensatz zu den Arterien, indem in ihnen das Blut in entgegengesetzter Richtung, aber in den Ästen schneller als in den Zweigen, und in den Stämmen endlich stoßweise fließt, wie weiter unten (§. 728. 732. 733. 737) näher angegeben werden soll.

Die Strömung des Blutes.

§. 713. Wenden wir uns nun zu den Erscheinungen, welche der Blutstrom überhaupt darbietet, so sehen wir a) unter dem Mikroskope die Blutkörner in gerader Linie ohne Änderung ihrer relativen Lage vorüberschwimmen: ohne sich umzudrehen oder umzuwälzen werden sie fortgetrieben wie Floßholz, und alle folgen derselben Richtung in derselben Geschwindigkeit; auch bewegen sich mehrere Reihen derselben in einer Ader parallel, ruhig und ungestört, ohne Reibung, Zusammenstoßen, Wirbeln und Untereinanderwerfen; selbst Luftblasen können zwischen ihnen fortschwimmen, ohne zu bersten. Diese Thatsachen sind unbestreitbar und wurden vornehmlich durch Haller (Nr. 152. I. p. 76. 87. 192), Spallanzani (Nr. 493. p. 161. 252) und Döllinger (Nr. 176. VII. S. 227) festgestellt. Das Blutwasser trägt die Blutkörner; seine Strömung erkannte Döllinger in der oben (§. 688, A) angeführten Beobachtung an dem Hin- und Hertreiben eines gestrandeten Blutkornes; der Analogie nach zu urtheilen, strömt es schneller, als die Blutkörner schwimmen. — b) Die Strömung des Blutes geht gleich jeder anderen Äußerung des materiellen Lebens gleichförmig und gesetzmäßig ohne alle thierische Willkühr, jedoch mit vielfältigen Abänderungen vor sich, die durch den Wechsel der Richtungen des Lebens und seiner Verhältnisse bestimmt werden, und wir würden uns sehr irren, wenn wir hier eine starre Einförmigkeit annähmen. Das Blut als das eigentlich bewegliche, ja nur in der Bewegung sich behauptende Element des Organismus muß, den Verhältnissen sich fügend, leicht von seiner gewöhnlichen Bewegung abweichen. Die mikroskopische Beobachtung belehrte schon Hallern von diesem Wechsel: oft, sagt er (Nr. 152. I.

p. 191), strömt das Blut in der einen Ader schnell, während es in der andern desselben Gebildes (z. B. des Gekröses) langsam sich bewegt, oder stockt, und (ebd. p. 174) nichts kommt häufiger vor als halb oder ganz leere Adern; Spallanzani (Nr. 493. p. 150) sah das Blut in einem Zweige regelmäßig strömen, in einem andern Zweige desselben Stammes hin und her schwanken, und in einem dritten stocken; dieselbe Ungleichheit in der Geschwindigkeit und Richtung der Strömung bemerkten Wedemeyer (Nr. 529. S. 195 fg.) und Sarlandière (Nr. 510. p. 10 sq.). Viele Erscheinungen am gesunden Menschen beweisen dergleichen Abweichungen: man fühlt zuweilen in einer Stelle des eigenen Körpers auf einige Augenblicke ein Glucken, welches dem von Einströmen des Wassers in eine Flasche mit enger Mündung ähnelt und schwerlich von etwas Anderem als von dem Einströmen des Blutes in einen eine Zeit lang leer gebliebenen Aderzweig herrührt; beim sogenannten Absterben der Finger werden diese so blutleer, daß sie, wenn man einsticht, keinen Tropfen Blut geben. c) Solcher Wechsel hat vorzüglich an der Peripherie des Blutsystemes seinen Sitz, wo die Adern durch Anastomosen vielfach verbunden sind und durch ihre Dehnbarkeit und Federkraft ihren Durchmesser leicht ändern. Da sie nämlich mit dem Blute einig sind und seine Außenseite darstellen, so schmiegen sie sich ihm an und folgen seinem Wechsel bis auf einen gewissen Punct, so daß sie sich erweitern oder verengern, je nachdem seine Menge zu- oder abnimmt (Nr. 95. II. p. 226). Die Anastomose aber ist ein Verbindungscanal zweier Blutströme, in welchem der Blutläuf aus demjenigen, der das Übergewicht hat, in den andern schwächern übergeht. So geht denn das Blut aus der Ader, welche einen größeren Durchmesser hat, durch die Anastomose in die engere Ader über. Aber meistentheils sind beide Adern von gleichem Caliber, und hier hat das Blut in der Anastomose keine fixirte Richtung, sondern wechselt dieselbe, wie das Verhältniß der Strömung in den beiden Adern sich ändert. [Zusatz von J. Müller. Man unterscheidet bei mikroskopischer Betrachtung der Haargefäße arteriöse Strömchen, von welchen aus sich das Blut in mehrere Rinnen vereinzelt, und venöse Strömchen, in denen es sich wieder sammelt; zuweilen sieht man aber

die Richtung in den arteriellen Anastomosen je nach der Stärke der verschiedenen zuführenden Strömchen sich ändern, und es ist eine ganz gewöhnliche Erscheinung, daß eine geringe Lagenveränderung des Thieres dem Blutlaufe in der Communication zwischen zwei gleichartigen Strömchen eine der bisherigen ganz entgegengesetzte Richtung giebt. Auf diese Weise begegnen sich nicht zwei arterielle Strömchen in einer Anastomose, sondern diese wird entweder in der einen oder der andern Richtung durchströmt. So ist es wenigstens bei den kleinsten arteriellen Strömchen.] d) Ist der Durchgang des Blutes durch ein Organ gehemmt, so strömt es durch andere Zweige desselben Astes um so stärker in die benachbarten Theile. Ist aber nur sein Eintritt in eine Ader eines Theiles, z. B. durch Unterbindung, gehemmt, so strömt es in dieselbe aus einer anastomosirenden Ader, und da diese jetzt das absolute Übergewicht hat, so wird die Anastomose der Stamm der von ihrem ursprünglichen Stamme kein Blut mehr empfangenden Ader und erweitert sich dem gemäß bleibend. Wenn also Kerr (Nr. 498. p. 151) die Thatsache, daß ein Theil, dessen Arterie unterbunden ist, noch Blut und Leben behält, für das experimentum crucis zu Widerlegung der Lehre vom Kreislaufe erklärt, so ist er durch vielfältige Erfahrung widerlegt, indem man in solchen Fällen immer Anastomosen findet, welche den Kreislauf unterhalten haben und gemeiniglich sehr bedeutend erweitert sind. 1) Es anastomosiren oberflächliche und tiefer liegende Venen, z. B. die des Gehirnes mit denen der Kopfhaut; bei einer Verengerung der Querblutleiter des Gehirnes fand man die sogenannten Emissarien erweitert (Nr. 464. III. S. 5). An den Gliedmaaßen anastomosiren die Venen, welche die Arterien begleiten, mit denen, welche unter der Haut fortkriechen: ist in diesen der Blutlauf durch äußeren Druck erschwert oder gehemmt, so schwellen sie anfangs an, entleeren sich aber allmählig durch Anastomosen in die tiefer liegenden Venen, und so wird denn z. B. bei Beinbrüchen ein straff angezogener Verband mehrere Wochen lang vertragen; bei Öffnung der Medianvene fließt das Blut stärker aus, sobald der Unterarm bewegt wird, ungeachtet sie von dessen Muskeln weder gedrückt wird, noch auch Blut empfängt; und wenn man die Saphene injicirt,

nachdem ein Band darüber um den Unterschenkel gelegt ist, so geht die Injection in die Schenkelvene über. 2) Mehrere Adern der rechten und linken Seite anastomosiren unter einander in der Mittellinie, z. B. die Wirbelarterien, die inneren und äußeren Carotiden: die Carotis entleert sich nach der Unterbindung, wird aber durch die Anastomosen bald wieder gefüllt (Nr. 152. I. p. 73). 3) Ein oberer und ein unterer Stamm wird durch die unpaarige Vene verbunden, so daß das Blut der unteren Hohlvene bei Hindernissen seines Laufes in derselben durch diese größte aller venösen Anastomosen in die obere Hohlvene geführt wird, da wegen der weichen, jedem äußeren Drucke nachgebenden Wandungen des Unterleibes und des bedeutenden Wechsels der Anfüllung, Ausdehnung und Bewegung seiner Eingeweide der Blutlauf in der unteren Hohlvene leichter als irgendwo anders gestört werden kann; Reynaud beobachtete aber auch einen Fall, wo die obere Hohlvene dicht am Herzen verschlossen war, und ihr Blut durch die unpaarige Vene in die untere Hohlvene überging, um in das Herz zu gelangen (Nr. 571. I. p. 403). Am häufigsten anastomosiren die Zweige höherer und niedrigerer, d. h. näher und entfernter vom Herzen aus der Aorta entsprungener Arterienäste. So anastomosirt die Carotis mit der Wirbelarterie: bei einer durch Verknöcherung unwegsam gewordenen inneren Carotis fand Willis die Wirbelarterie derselben Seite dafür erweitert (Nr. 464. III. S. 5), und es sind daher nicht selten schon, z. B. von Mussay (Nr. 196. XXVIII. S. 14), bei Aneurysmen beide Carotiden ohne Nachtheil unterbunden worden. Dasselbe gilt auch von den entsprechenden Venen: Viborg fand bei Pferden schon 24 Stunden nach Unterbindung beider Drosselvenen die Wirbelvenen hinreichend erweitert, um die Stelle der erstern mit vertreten zu können (Nr. 464. III. S. 5). Es giebt keine Stelle am Darmcanale, wo nicht obere und untere Zweige von Arterien und Venen mit einander anastomosirten; so fand Chaussier die Oberbaucharterie und die obere Gekrösarterie durch faseriges Gerinnsel verschlossen, dabei aber die untere Gekrösarterie so erweitert, daß die Injection mit Leichtigkeit durch sie zu Magen, Leber, Milz und Dünndarm ging (ebd. p. 374). Eben so giebt es kein Gelenk, wo nicht oberhalb

desselben abgehende Zweige mit unterhalb entspringenden zurücklaufenden Zweigen anastomosirten, so daß, wie hundertfältige Erfahrungen bei Aneurysmen erwiesen haben, nach Unterbindung des dem Gliede sein Blut zuführenden Arterienastes, der Blutlauf in diesem durch die erweiterten Anastomosen unterhalten wird. Die größte aller arteriösen Anastomosen wird von der innern Brustarterie und der epigastrischen Arterie gebildet; sie verbindet zunächst die Arterien der oberen und unteren Gliedmaaßen, dadurch aber die aufsteigende und absteigende Aorta, und kommt so gleich der unpaarigen Vene dem erschwerten Blutlaufe in der oberen oder unteren Hälfte des Rumpfes zu Statten, wie folgende Beispiele erweisen. Goodisson fand bei einer Frau, welche scheinbar gesund gewesen und an den unteren Gliedmaaßen keinesweges mager war, die Aorta unterhalb der untern Gekrösarterie durch eine Masse von Knochen, Knorpeln und Fasern ganz geschlossen und die Hüftarterien beider Seiten zum Theil verwachsen, dagegen die innere Brustarterie, die Rippen- Lenden- und Samenarterien so erweitert, daß sie durch ihre Anastomosen das Becken und die unteren Gliedmaaßen mit Blut versahen (Nr. 449. 1822. S. 278). Gilbert Blane fand bei einem Knaben die Strecke der Brustaorta zwischen dem Ursprunge der linken Schlüsselbeinarterie und dem Ansatze des Botallischen Ganges ganz verschlossen und durch die erweiterte linke Schlüsselbein-, innere Brust- und obere Rippenarterie ersetzt; Reynaud sah die Aorta nach Abgabe der linken Schlüsselbeinarterie ganz verengt, dabei aber die Zweige der Schlüsselbeinarterien (**intercostalis superior, mammaria interna, transversa cervicis**) so stark wie Armarterien und dabei sehr gewunden, so daß sie die nöthige Blutmenge theils durch die Rippenarterien in die Aorta unterhalb ihrer Verengerung, theils durch die epigastrischen in die Schenkel-Arterien führen konnten (Nr. 571. I. p. 369). In einem anderen Falle, wo der untere Theil der Bauchaorta mit den Hüftarterien durch Verknöcherungen verschlossen war, führten die erweiterten und viel gekrümmten Zweige der inneren Brustarterie das Blut in die Schenkel- und Beckenarterie (ebd. p. 375). Bei einem Manne, an welchem keine Abnormitäten des Pulses zu bemerken gewesen waren, fand A. Meckel die Aorta dicht un-

ter dem normal geschlossenen Botallischen Gange verwachsen, und den Blutlauf möglich gemacht durch die erweiterten Anastomosen der obersten Rippenarterie, der inneren Brustarterie, der unteren Schilddrüsenarterie und der aufsteigenden Nackenarterie mit den aus der Aorta entspringenden, tieferen Rippenarterien (N. 243. 1827. S. 346). Ein Hund, welchem Astley Cooper die Aorta nicht weit vom Herzen unterband, blieb am Leben, so wie ein anderer, dem er beide Carotiden, beide Schenkelarterien und eine Armarterie unterbunden hatte. [Zusatz von J. Müller. Durch die Kenntniß der Capillargefäßnetze sind die wunderbaren Phänomene der Wiederherstellung des Kreislaufes nach Verschließung der großen Gefäßstämme, oder der Collateralkreislauf leicht zu erklären. Feine Injectionen zeigen, daß die feineren Arterien nicht allein unzählige Anastomosen bilden, sondern daß durch die Capillargefäßnetze auch alle Theile eines Organes, so wie mehrere einander berührende Organe in Blutwechselwirkung gesetzt werden. Die Gefäßnetze des Nervenmarkes communiciren mit denen des Neurilemes, und diese mit denen des nahen Zellgewebes; die Gefäßnetze in den Interstitien der Muskelfasern communiciren mit denen des Perimysiums und aller umherliegenden Theile; die der Beinhaut mit denen des Knochens, und diese mit denen des Knochenmarkes. Auf diese Art bilden die Capillargefäße des ganzen Körpers ein ununterbrochenes Netzwerk, welches von unzähligen Arterien Blut erhält, und wo also eine Arterie die andere um so leichter ersetzen kann, nicht je näher sie dem verschlossenen Stamme liegt, sondern je näher ihre Capillargefäße den Capillargefäßen des betheiligten Organes sind. Durch diese Communication wird ohne Bildung neuer Gefäße einem Theile, der nicht mehr auf dem natürlichen Wege sein Blut erhalten kann, die nöthige Menge desselben zugeführt, indem sich die Anastomosen und Capillargefäße erweitern, und allmählig einzelne stärkere Ströme statt der anfänglichen vielen entstehen und dickere Wandungen erhalten. Daß dasselbe Phänomen auch nach Verschließung der Venen Statt finde, beweisen zwei Präparate, welche mir Schröder van der Kolck zeigte.] Weber (Nr. 569. III. S. 57) bemerkt, daß man die zahlreichsten und größten Anastomosen zuvörderst an Gehirn und Rückenmark, als denjenigen

Organen findet, die eines steten Zuströmens von Blut am meisten bedürfen (§. 746, e), wie man denn auch trotz aller Unterbindungen nicht dazu gelangt, bei einem lebenden Säugethiere den Zufluß des Blutes zu irgend einer Abtheilung des Rückenmarkes zu hindern; demnächst am Magen und Darme, so daß das Blut sich hier immer nach der Stelle ziehen kann, an welcher die Verdauung gerade in vollem Gange ist; endlich an der Hohlhand und dem Hohlfuße. — Durch die Verbindung der Haargefäße wird es auch möglich, daß das Blut an Leichnamen, dem Gesetze der Schwere folgend, in den am niedrigsten liegenden Gegenden sich anhäuft und blaue Unterlaufungen bildet, während die roth und entzündet gewesenen Stellen bleich werden. e) Wie die Richtung, so wechselt auch das Stromgebiet des Blutes, indem es sich bald örtlich, wie bei Entzündungen, oder allgemein, wie in der Fieberhitze, über einen größern Umkreis ausbreitet, bald, wie beim Fieberfroste, mehr eingeengt wird. Der Blutlauf wird, wenn sein Umkreis sehr beschränkt ist, durch Anastomosen unterhalten, und eine schwache Lebensthätigkeit reicht hin, ihn auf dieser kurzen Bahn zu Stande zu bringen: Legallois (Nr. 560. p. 131) unterhielt durch künstliches Athmen den Blutumlauf in der Brust bei einem Kaninchen, dem er Kopf und Bauch mit Ausnahme des Magens abgeschnitten hatte. Wird bei ungeschwächter Lebensthätigkeit und durch örtliche Verhältnisse der Umkreis des Blutlaufes beschränkt, so wird die Strömung in einer andern Richtung um so stärker: so entsteht bei übrigens gesunden Menschen nach Amputation eines großen Gliedes, bei welcher wenig Blut verloren gegangen ist, Wallung mit andern Erscheinungen der Vollblütigkeit (plethora ad spatium); eben so erfolgt auf Unterbindung einer großen z. B. aneurysmatischen Arterie anfangs Kopfschmerz mit andern Zeichen von Congestion nach dem Kopfe (Nr. 510. p. 48), oder selbst Hitze und Fieber mit hartem, vollem, frequentem Pulse, unregelmäßigem Herzschlage und beklommenem Athmen; und die erhöhte Lebendigkeit, die man nach dem Eintritte des Brandes beobachtet, scheint zum Theil darauf zu beruhen, daß, da kein Blut mehr in das brandige Gebilde tritt, eine größere Menge desselben an die übrigen Organe vertheilt wird.

§. 714. Die Strömung ist in den verschiedenen Abtheilungen des Blutsystemes verschieden: von den Venenstämmen aus bis in die Arterienkammern schwankend, zwischen den letzteren und den Arterienstämmen aussetzend, in den Arterien nachlassend, in den Haargefäßen und Venen stetig. Wir müssen aber jede dieser Formen insbesondere, und auch nach ihrem Hervortreten unter anderen Verhältnissen betrachten. A) Die Stetigkeit (Continuität) des Blutstromes, wo derselbe ununterbrochen und gleichförmig vorrückt, ist den Haargefäßen und Venen eigenthümlich und die freie, durch keinen Widerstand gehemmte Äußerung der Kräfte, welche das Blut in Bewegung setzen. B) Nachlassend (remittirend), d. h. ununterbrochen fortdauernd, aber ungleichförmig oder abwechselnd stärker und schwächer ist der Blutstrom in den Arterien überhaupt: auch während der Diastole des Herzens geben sie bei der kleinsten Verwundung Blut (Nr. 52. II. p. 224 sq.) und lassen, wenn sie durchschnitten sind, unausgesetzt Blut herausquellen oder rieseln, worauf sie es bei der Systole des Herzens mit größerer Gewalt und in einem mehr oder weniger langen Strahle ausstoßen; und wo sie durchsichtig sind, sieht man, wie Haller (Nr. 152. I. p. 188) und Spallanzani (Nr. 493. p. 145) zeigten, daß sie während der Diastole des Herzens nicht minder Blut enthalten und fortführen als während der Systole desselben. Daß hier das Blut auch in dem Zeitraume, wo es vom Herzen nicht bewegt wird, stetig fließt, kann a) davon abhängen, daß die Arterien, nachdem sie durch die Systole des Herzens erweitert oder in Diastole versetzt waren, während dessen Diastole sich verengern und so durch ihre Systole das Blut forttreiben: allein, abgesehen von den einzelnen Fällen, wo eine solche Erweiterung und Verengerung ganz unmöglich ist, ist diese Veränderung so unbedeutend (§. 710, b), daß sie an der Fortstoßung des Blutes nur geringen Antheil haben kann (vgl. §. 735, C). b) Wahrscheinlich wird also durch die vom Herzen ausgestoßene Welle die Blutsäule so stark in Bewegung gesetzt, daß nach dieser Erschütterung die Strömung in der gegebenen Richtung noch fortdauert. C) Aussetzend (intermittirend), d. h. wechselsweise fortschreitend und stillstehend ist der Blutstrom, c) wo er durch Muskelkraft unmittelbar in Bewegung gesetzt und

durch Klappen sowohl am Abflusse als auch am Rückflusse gehindert wird, also im Herzen, und vornehmlich in den Arterienkammern. Wahrscheinlich ist er, wie auch Oesterreicher (Nr. 524. S. 78. 80) annimmt, in einem Theile der Aorta, wenigstens dicht am Herzen, aussetzend, da das eingestoßene und in ihr eingeengte Blut vor dem Abflusse in die Äste nicht Raum genug findet, um fortströmen zu können. Bis jetzt ist diese Vermuthung nur durch die Beobachtungen Spallanzanis (N. 493. p. 140. 242) an Salamandern, deren Gefäße ganz durchsichtig sind, bestätigt worden: er sah während der Diastole des Herzens das Blut in den ersten zwei Dritteln der Aorta still stehen, im letzten Drittel oder am Schwanze langsamer als während der Systole, und in feineren Zweigen eben so schnell als während letzterer fließen. d) Wenn das Herz schwächer wirkt, so reicht seine Systole nur hin, eine momentane Bewegung des Blutes zu bewirken, und der nachlassende Blutstrom der Arterienzweige (B), ja selbst der stetige der Haargefäße wird aussetzend. Spallanzani (Nr. 493. p. 291) sah in letzteren am Gekröse von Fröschen anfangs eine stetige, späterhin eine nachlassende, endlich eine aussetzende Strömung; Wedemeyer (Nr. 529. S. 190) beobachtete dasselbe. Döllinger sah eben so wie vor ihm Spallanzani (a. a. O. p. 243) bei Hühnerembryonen am zweiten oder dritten Tage der Brütung das Blut in den Arterien während der Diastole des Herzens still stehen, später hingegen fortfließen, nur langsamer als während der Systole (Nr. 176. VII. S. 214), und Österreicher (Nr. 524. S. 80) behauptet dasselbe auch von Embryonen der Frösche und Fische: da wir dies nicht von der Entwickelung der Arterien (a) ableiten können, so scheint nur die anfänglich geringe und allmählig wachsende Kraft des Herzens diesem Verhältnisse zum Grunde zu liegen. e) Aus jeder Wunde eines Arterienastes oder Zweiges fließt das Blut anfänglich in nachlassender, späterhin in aussetzender Strömung, und wiewohl die durch den Blutverlust geschwächte Kraft des Herzens Antheil daran haben kann, so liegt doch wohl der Hauptgrund dieses Aussetzens darin, daß das Blut wegen der Verminderung seiner Masse nur während der Systole des Herzens die Wunde erreicht. D) Schwankend (fluctuirend,

bei schnellerer Bewegung oscillirend) ist der Blutstrom, wenn er bald vorwärts, bald rückwärts schreitet. f) Normal ist diese Bewegung zuvörderst wie bei niederen Thieren (§. 694, e) so auch bei durch den Heilungshergang oder durch Afterorganisation neu gebildeten Gefäßen: so fand Blandin in dem Blutpfropfe einer unterbundenen aneurysmatischen Arterie Gefäße, die mit den normalen Arterienzweigen, aber mit keiner Vene zusammenhingen, so daß das in das Gerinnsel eingetretene Blut auf demselben Wege wieder zurücktreten mußte (Nr. 580. XXVIII. S. 78). Eine andere Art von Schwankung zeigt der Blutstrom in den Anastomosen (§. 713, d), indem er hier nach Maaßgabe der Umstände bald diese, bald jene Richtung nimmt. Endlich ist im Herzen und im Ende der Venenstämme (§. 708, a, b) die Schwankung der Fortbewegung untergeordnet, indem nur der Rest einer ausgestoßenen Welle zurückgeworfen wird, um an der Spitze der folgenden Welle durch das Herz zu gehen. g) Im übrigen Blutsysteme wird die Strömung schwankend, wenn entweder die treibende Kraft (vis a tergo) geschwächt, oder der sich ihr entgegenstellende Widerstand vermehrt ist, so daß beide einander die Wage halten: das Blut steht still und fängt dann an hin und her zu wogen; geht in den Arterien bei der Systole des Herzens vorwärts, bei der Diastole zurück (Nr. 493. p. 152), aus einem Zweige in einen Ast, bisweilen aus diesem wieder vorwärts in einen anderen Zweig, dann zurück in den Ast, und von da in den ersten Zweig (Nr. 152. I. p. 76); eben so fließt es in Venen bald gegen das Herz, bald wieder zurück. h) Dieses Schwanken tritt gewöhnlich vor dem Tode bei schwachem Herzschlage ein und setzt aus, so lange dieser wieder lebhafter wird (Nr. 152. I. p. 76), zeigt sich aber auch noch, nachdem das Herz aufgehört hat zu schlagen (Nr. 529. S. 219); bisweilen erfolgt es, nachdem die stetige Strömung zuerst nachlassend und dann aussetzend geworden ist, und steht eine Zeit lang noch unter dem Einflusse des Herzens, indem es der Systole und Diastole desselben entspricht (ebd. S. 190); auch erscheint es zuerst in den feinsten Haargefäßen und verbreitet sich von da allmählig über die Zweige und Äste (Nr. 493. p. 147): doch wird nicht immer eine solche Stufenfolge bemerkt, wie denn auch bisweilen

der Blutlauf mit einem Male und ohne vorhergegangene Schwankung aufhört (Nr. 176. VII. 227). Es kommt aber bei der Bewegung der Blutsäule nicht allein auf die unmittelbar bewegenden Kräfte an, sondern auch auf den Stützpunct, den sie in ihrem folgenden Theile und in den Wandungen findet: bei der Verwundung einer Ader verliert also die Blutsäule ihren Rückhalt (die beharrliche vis a tergo) und bewegt sich rückwärts gegen die Wunde, indem aber die eigentlich bewegende Kraft in der normalen Richtung noch sich geltend macht, so entsteht eine Schwankung: das Blut fließt daher bei einer Wunde in den Arterien gegen das Herz, und in den Venen vom Herzen ab, bis der natürliche Strom nach einigen Schwankungen den rückgängigen überwindet (Nr. 493. p. 313). i) Umgekehrt kann durch Vermehrung des Widerstandes dieser den bewegenden Kräften gleich werden, und somit Schwankung entstehen. Dies ist zuvörderst der Fall beim Zusammentreffen von zwei aus einzelnen Reihen von Blutkörnern bestehenden venösen Strömungen, wo die eine etwas zurückweicht, um hierauf wieder vorzudringen (N. 493. p. 177); ferner wenn der Strom vom Herzen her zur aneurysmatischen Erweiterung einer Arterie gelangt, in welcher das Blut stockt und zum Theil Gerinnsel bildet (Nr. 152. I. p. 85. 198); eben so sieht man in Haargefäßen, deren Enden durch Gerinnsel verschlossen sind, die Blutkörner hin und her schwanken (Nr. 529. S. 196 fg.); eine gleiche Wirkung hat die Verengerung oder Verschließung einer Ader durch Zusammendrückung (Nr. 185. I. S. 439. Nr. 563. S. 74) oder Zerrung (Nr. 493. p. 146); so kann endlich auch die Zusammenziehung einer durchschnittenen Arterie das Blut einsperren, so daß es bei der Systole des Herzens vorwärts gegen die Wunde, und bei der Diastole desselben rückwärts und von der Wunde ab strömt (ebd. p. 365). — E) Eine Stockung des Blutstromes in einem einzelnen Gebilde tritt während des Lebens wohl nur momentan ein, indem bei einer längeren Dauer (z. B. im Priapismus) wenigstens eine Schwankung wahrscheinlich ist. Beim Eintritte des Todes aber sieht man unterm Mikroskope die Blutkörner langsamer fließen, zum Theil mit einander zu dunkel erscheinenden Massen vereint (Nr. 524. S. 93), und endlich stocken. k) Wo mehrere

Reihen derselben in einem Gefäße enthalten sind, hören die an den Wandungen früher auf zu fließen als die in der Axe (Nr. 493. p. 192). l) Reichel (Nr. 486. p. 24), Spallanzani (Nr. 493. p. 293) und Wedemeyer (Nr. 529. S. 93. 213) sahen die Stockung zuerst in den Haargefäßen eintreten und von den Verzweigungen aus gegen die Äste hin sich ausbreiten; dagegen stockte das Blut in den Stämmen, während es noch in den feinsten Zweigen floß bei den Beobachtungen Döllingers (Nr. 176. VII. S. 227) und Hallers (Nr. 152. I. p. 76), und Letzterer sah (ebd. p. 93) den venellen Strom bald in den Zweigen, bald in den Stämmen zuerst still stehen. Die Umstände, auf welchen diese Verschiedenheit beruht, sind noch nicht ausgemittelt. m) Die Strömung hört in den Arterien früher auf als in den Venen nach den Beobachtungen von Döllinger (a. a. O.) und Wedemeyer (a. a. O.); so sah sie Haller (a. a. O. p. 93) in den Arterien früher sich verlangsamen und (ebd. p. 77) nach Ausschneidung des Herzens zuerst stocken, aber in anderen Fällen (ebd. p. 76. 91. 206) in den Venen früher stocken als in den Arterien. n) Nach Spallanzani (a. a. O. p. 298) tritt die Stockung in einer größeren Entfernung vom Herzen früher ein als in der Nähe desselben, und nach Wedemeyer (a. a. O.) erfolgt sie im Herzen selbst zuletzt. [Zusatz von J. Müller. Die Bewegung des Blutes in den Haargefäßen ist bei erwachsenen Thieren continuirlich, und man bemerkt keine stoßweisen Verstärkungen, so lange das Thier ungeschwächt ist; wird es aber schwächer, oder hindert Druck den freien Kreislauf, so sieht man das Blut in den Capillargefäßen und am meisten in den arteriellen Strömchen stoßweise, aber doch zugleich continuirlich fortgetrieben; bei ganz schwachen Thieren und bei stärkerem Drucke sieht man nur noch die stoßweiße, nicht mehr die continuirliche Bewegung; zuletzt finden bloß Oscillationen Statt, wo die Blutkörner nur allmählig vorrücken, indem sie nach jedem Pulse durch den Widerstand der Substanz wieder etwas zurückweichen. — Wie die oben angeführten Beobachter an Embryonen, so sah ich auch an Tritonenlarven, und zwar in den Ästen der Pfortader und den Capillargefäßen der Leber bis zu den Lebervenen, eine continuirliche, aber zugleich stoßweise Bewe-

gung, während in den übrigen Organen der Kreislauf noch viel rascher vor sich ging, und der Puls bei der continuirlichen Bewegung nicht bemerkbar war. Zuweilen stocken die Blutkörner in einzelnen Rinnen und participiren am Herzschlage nur durch Oscillationen. Überhaupt aber zeigt sich aus vielfältigen Beobachtungen, daß die Richtung und ungleiche Stärke der gleichartigen Strömchen, ihr Übergewicht über andere, und das ungleiche Zusammenfließen zweier Strömchen in ein drittes nur von mechanischen Ursachen abhängen, und daß sich alles dies oft und leicht nach Veränderung der mechanischen Ursachen bei nur leichter Verrückung der Theile abändert.]

§. 715. Nach diesen Thatsachen müssen wir nun die Frage zu beantworten versuchen, ob die Masse des Blutes eine ununterbrochene Säule bildet, oder ob sie für immer oder zuweilen an einzelnen Stellen durch Lücken unterbrochen ist? A) Gewiß ist es, daß der Blutstrom in den Arterienkammern für immer abgeschnitten wird, so daß das in den Ausmündungen der Venen enthaltene Blut mit dem in dem Anfange der Arterien enthaltenen mittels des Herzens nicht zusammenhängt: denn die Herzklappen verschließen die Arterienkammer während der Systole gegen den Venensack und während der Diastole gegen die Arterie (§. 707, b). a) Bedenken wir nun, daß sich die Arterienkammer nicht erweitert, weil das Blut einströmt, vielmehr dieses einströmt, weil sie sich erweitert (§. 706, d), daß ferner die Diastole blitzschnell und in einem Momente eintritt, wie die Anfüllung mit Blut nicht erfolgen kann, so dürfen wir vermuthen, daß die Kammer unmittelbar nach der Systole wenigstens zum Theil leeren, d. h. mit Luft gefüllten Raum enthält. Wenn ferner die Blutwelle durch die Systole eine Strecke in die Arterie getrieben wird und dann gegen die indeß von selbst geschlossenen Arterienklappen (§. 708, c) zurückströmt (§. 714, f), so setzt dies ebenfalls einen nicht ganz von Blut ausgefüllten Raum voraus, und da während der Diastole des Herzens das Blut fortfährt aus dem Arterienstamme in die Zweige abzufließen (§. 714, B), jener aber nicht geschmeidig genug ist, um sich in demselben Maaße zusammenziehen zu können, so werden wir ebenfalls geneigt, hier eine Lücke oder einen Luft haltenden

Raum anzunehmen. Fontana (Nr. 555. S. 85) setzt dieser Meinung seine Erfahrung entgegen, nach welcher die Aorta, wenn er sie nahe an den Klappen durchstach, auch während der Diastole des Herzens Blut ergoß, nur weniger als während der Systole: allein dies kann nichts beweisen, denn wir nehmen nur an, daß eine Strecke der Aorta nicht ganz gefüllt, nicht aber, daß sie ganz leer ist, und wäre dies selbst der Fall, so würde doch Blut nach der Wunde fließen. Spallanzani (Nr. 493. p. 138. 240) sah bei Salamandern, daß der Knollen der Aorta während der Diastole der Herzkammer nur wenig Blut, bei schwächerem Blutlaufe aber gar keines enthielt, so daß er ganz bleich war und bei der Öffnung nicht einen Tropfen gab: indeß könnte man einwenden, daß der Knollen der Aorta wegen seiner Muskelfasern sich mit dem Anfange der Aorta bei warmblütigen Thieren nicht vergleichen lasse. Wir finden aber für das Daseyn von Luft einen vollgültigen Beweis in dem hörbaren Rauschen des Blutstromes im Herzen (§. 706, b), da bekanntlich eingeschlossene Flüssigkeit, die noch so stark in sich und gegen die Wände des Gefäßes bewegt wird, nur dann einen Schall verursachen kann, wenn Luft zugegen ist. B) Im Normalzustande muß das Blut innerhalb des Arteriensystemes eine ununterbrochene Säule darstellen, denn wäre dies nicht, so könnte der Stoß des Herzens nicht mit solcher Geschwindigkeit über alle Verzweigungen der Arterien sich fortpflanzen. Ein Anderes ist es mit den Venen: ihre Klappen müssen auch unter normalen Verhältnissen sich schließen, da es nicht denkbar ist, daß sie nur für außerordentliche Fälle gebildet wären und bei ungestörter Gesundheit während der ganzen Lebensdauer sich erhalten könnten, ohne sich zu entfalten. Wäre der Strom des Blutes nicht wirklich durch die Klappen unterbrochen, so müßte es nach dem hydrostatischen Gesetze in den Venen augenblicklich eben so hoch steigen, als es in den Arterien herabgefallen ist, und der Mensch müßte dann ohne alle Störung des Kreislaufes anhaltend auf dem Kopfe stehen können: da nun das nicht der Fall ist, und bei dieser Stellung nicht wie in einer zweischenkeligen Röhre dieselbe Masse Blut, welche durch die Carotis herabgefallen ist, durch die Drosselvene wieder heraufsteigt, so müs-

sen wirkliche Scheidewände vorhanden seyn. Sollten nun nicht unter manchen Umständen einzelne Stellen des Gefäßsystemes von Blut entleert, und doch nicht geschlossen, also mit Luft gefüllt seyn? b) Freie Luft findet sich gewöhnlich allerdings nicht im Blutstrome, denn wenn solche zufällig eingedrungen ist, so sieht man sie unter den Blutkörnern in Form von Bläschen umlaufen, dergleichen man gewöhnlich nicht bemerkt; so sahen sie Redi und Caldesi bei Schildkröten, Haller (Nr. 152. I. p. 183) bei einem Frosche, Reichel (Nr. 486. p. 16) mehrmahls bei Fröschen, Spallanzani (Nr. 493. p. 158) bei Salamandern, Blumenbach (Nr. 158. S. 71) aber bei Amphibien und Fischen so oft, daß er sie hier für constant hält. Allein wenn auch in den meisten dieser Fälle die Luft von außen her eingetreten war, so schien sie doch in einigen Fällen aus dem Blute selbst sich entwickelt zu haben: so sah Spallanzani (a. a. O. p. 158) aus einer aneurysmatisch erweiterten Stelle der Lungenarterie ein Luftbläschen treten, das mit den Blutkörnern weiter schwamm, und (ebd. p. 194) wenn er beim Salamander das ausgebreitete Gekröse mit der Pincette nur leise berührte, so bildete sich im Blute eine Menge Luftbläschen, die langsam fortschwammen. Wir wissen, daß das Blut ungemein leicht Luft in sich aufnimmt (§. 674, a) und im leeren Raume sehr viel Luft abgiebt (§. 683, b), und somit ist es wohl denkbar, daß es, wenn eine Lücke in seinem Strome entsteht, von der Luft, die an dasselbe gebunden ist, soviel abgiebt, als nöthig ist, um diesen leeren Raum zu füllen. Beim Leichname findet man die Arterien von tropfbarer Flüssigkeit leer, also mit Luft gefüllt, die aus dem Blute entbunden seyn muß, denn wenn Prochaska (Nr. 561. p. 87) sie unter Wasser öffnete und keine Luftblasen aufsteigen sah, so mußte irgend ein Irrthum obwalten. c) Die Ader fügt sich dem Blute und verengert sich, wenn seine Masse abnimmt (§. 713, c): allein dies Vermögen kann nicht unbegränzt seyn. Die Ader als die beharrliche Außenseite des Blutes kann mit diesem in Disharmonie treten und sich bei dessen Abnahme nicht auf entsprechende Weise verengern, namentlich wo sie sehr starke Wandungen hat, wie in den Stämmen, oder an festeren Theilen angeheftet ist, wie an Knochen und Faserhäuten. Man sieht bei le-

benden Thieren unterm Mikroskope nicht selten Gefäße, die kein rothes Blut oder nur wenig enthalten. Haller (Nr. 152. I. p. 174) beobachtete dies häufig, nahm aber an, die Adern seyen dann mit Blutwasser gefüllt; dies bestätigt Wedemeyer (Nr. 529. S. 196) durch die Bemerkung, daß bei großer Blutleere die Blutkörner nur in der Axe der Arterien schwimmen und am Umkreise fehlen, wo also Blutwasser vorhanden seyn muß. Vielleicht mag dasselbe der Fall gewesen seyn, als er später (Nr. 243. 1828. S. 343) im Gekröse eines Eichhörnchens mehrere Haargefäße, oder wenn Saissy (Nr. 401. p. 44) bei winterschlafenden Thieren die Haargefäße der Peripherie überhaupt fast leer fand. Allein bei Verblutungen, namentlich bei inneren, wo keine äußere Luft durch eine Wunde zutreten kann, und nicht bloß Cruor, sondern auch das Blutwasser ausgetreten ist, leidet es keinen Zweifel, daß die durchscheinenden kleineren Gefäße, wie sie namentlich Morand (Nr. 173. 1707. p. 167) und Littre (ebd. 1714. p. 330) beobachteten, wirklich nur Luft enthalten. Oft findet man, besonders nach Apoplexie oder Typhus, Luft in den Blutgefäßen der weichen Hirnhaut (Nr. 464. III. S. 18), und zwar, wie Morgagni und Baillie bemerkten, auch bei Leichnamen, wo noch keine Fäulniß Statt findet. Sömmerring warf aber die Frage auf, ob nicht diese Luft beim Öffnen des Schädels eingedrungen sey? Dies ist nach Weber (Nr. 564. p. 24) wirklich der Fall, indem, wenn die Schädeldecke durchsägt und mit ihr die feste Hirnhaut aufgehoben worden ist, Luft durch die zerrissene feste Hirnhaut in die zwischen derselben und dem Gehirne entstandene Lücke dringt und, wenn die Schädeldecke wieder auf das Gehirn drückt, in die verwundeten Venen der weichen Hirnhaut getrieben wird. Allein wenn auch dieser Hergang möglich ist, so kann er doch schwerlich in allen jenen Fällen zum Grunde gelegen haben, denn fast immer war eine Affection des Gehirnes dem Tode vorangegangen, und es wurde Blutmangel und Überfluß an Serum zugleich bemerkt; es läßt sich aber nicht denken, daß die genannten, so wie andere Bearbeiter der pathologischen Anatomie nur in Fällen dieser Art den Schädel so geöffnet hätten, daß Luft eindringen konnte. Unterhalb eines Aneurysma ist, wie Weber (ebd. p. 6) selbst bemerkt, der

Puls bisweilen nicht synchronisch mit dem der übrigen Arterien, weil das Aneurysma zum Theil Luft enthält, welche die Fortpflanzung des vom Herzen empfangenen Stoßes aufhält. — Während des Lebens sah Villermé bei einer Entzündung der Harnröhre die Venen daselbst von Luft ausgedehnt (Nr. 171. XLIII. p. 363), und bei einem Cholerakranken fand Dieffenbach eine geöffnete Arterie völlig leer und klaffend, so daß er in ihren inneren Raum hineinblicken konnte. Wir wollen übrigens nicht behaupten, daß die Schwankungen des Blutstromes und seine Richtung bald nach diesen, bald nach jenen Anastomosen und Geflechten für immer einen leeren Raum voraussetzen; auch wollen wir kein zu großes Gewicht legen auf die Beobachtungen Rosas (Nr. 579. I. p. 149. 185 fg.), nach welchen die Arterien $\frac{4}{5}$ Luft und $\frac{1}{5}$ Blut enthalten sollen, noch auch Krimers (Nr. 511. S. 184), welcher in der bei einem lebenden Kalbe im Momente nach der Pulsation unterbundenen Oberbaucharterie kohlensaures und Sauerstoff-Gas gefunden haben will. Aber so viel glauben wir behaupten zu können, daß bei der hohen Veränderlichkeit und Beweglichkeit des Blutes die Säule desselben unter gewissen Umständen durch Lücken oder leere Räume unterbrochen werden könne, die alsbald mit Luft, welche sich leicht aus ihm entbindet, gefüllt werden.

§. 716. Die Schnelligkeit des Blutlaufes äußert sich a) in der Frequenz der Herzschläge. Diese ist aber bei den einzelnen Individuen sehr verschieden; bei höherer Reizempfänglichkeit und kleinerem Wuchse ist der Puls frequenter, bei größerer Muskelkraft, wo das Herz mit jeder Systole sich vollständig entleert, ist er weniger frequent; so ist die Frequenz größer beim Sanguiniker als beim Phlegmatiker, größer beim Weibe als beim Manne (§. 180, e), und wenn das Herz beim Embryo 150 Schläge in der Minute (§. 471, c) machte, so sinkt diese Frequenz im ersten Lebensjahre bis auf 115 (§. 534, b), im zweiten auf 110, im dritten auf 100, bis zum siebenten auf 86 (§. 539, b), im Knabenalter auf 80 (§. 550, c), im Jünglingsalter bis auf 75 (§. 556, c), im Großalter auf 70 bis 65, und im Greisenalter bis auf 50 (§. 588, a). Wir haben schon gesehen, wie der Puls bei der Pubertät (§. 558, d), bei der Menstruation (§. 164, b), bei der

Begattung (§. 447, a), in der Schwangerschaft (§. 347, b) und beim Gebären (§. 495, e) sich ändert, und wie der Blutstrom gleich dem Meere täglich zweimahl flutet und ebbet (§. 606, a). So steigt die Frequenz nach der Mahlzeit (§. 767); die Zahl der Pulsschläge steigt im Fieber bis auf 100 und 150; sie wächst bei starkem Blutverluste und dadurch verursachter Schwäche, wie z. B. *Hales* (Nr. 484. S. 22) bemerkte, daß unter solchen Umständen die Zahl der Pulse bei einem Pferde von 40 auf 100 stieg u. s. w. Bei dieser großen Veränderlichkeit nach Maaßgabe der Individualität und der Lebensverhältnisse ist es nun sehr mißlich, die Frequenz bei den einzelnen Thiergattungen zu bestimmen, indeß wird die folgende Zusammenstellung einiger Angaben über die Mittelzahl der Herzschläge in einer Minute zur ungefähren Schätzung dienen.

7			Haifisch [1]	
15				Muscheln [2]
20			Karpfen	
24			Aal [3]	
34				Schnecken [4]
36	Pferd [5]			Raupen [6]
38	Rind [7]			
50	Esel [8]			Krebs [9]
60				Schmetterling [11]
74	Ziege [10]			
75	Schaf [12]			
	Igel [13]			
77			Frosch [14]	
90	Murmelthier [15]			Locusten [16]
	Affe [17]			
95	Hund [18]			
105	Haselmaus [19]			
110	Katze [20]	Ente [21]		
120	Kaninchen [22]			Monoculus castor [23]
136		Taube [24]		
140	Meerschweinchen [25]	Huhn [26]		Bremus terrestris [27]
200		Reiher [28]		Monoculus pulex [29]

[1]) Nach Scoresbey (Nr. 447. S. 397); [2]) Pfeifer (Nr. 270. II. S. 22); [3]) Fontana (Nr. 555. S. 24); [4]) Pfeifer (a. a. O.); [5]) Betel (Nr. 196. XXIV. S. 112); [6]) Meckel (Nr. 185. I. S. 472); [7]) und [8]) Betel (a. a. O.); [9]) Carus (Nr. 262. S. 83); [10]) Betel; [11]) Meckel (a. a. O.); [12]) Betel; [13]) Saissy (Nr. 401. p. 40); [14]) Fontana (a. a. O.); [15]) Saissy (a. a. O.); [16]) Meckel; [17]) Prevost und Dumas (Nr. 185. VIII. S. 319); [18]) Betel; [19]) Saissy; [20]) Betel; [21]), [22]) so wie [24]), [25]), [26]), [28]) Prevost und Dumas (a. a. O.); [23]) Jurine (Nr. 269. p. 57); [27]) Meckel; [29]) Jurine (a. a. O. p. 103). Auch hier bemerken wir keine der Stufenleiter der thierischen Organisation überhaupt entsprechende Gradation, vielmehr ein Zusammentreffen mehrerer Momente. Eines der wichtigsten scheint die Blutmenge zu seyn: bei dem magern Schmetterlinge schlägt das Herz noch einmahl so oft als bei der vollsaftigen Raupe. Die Gefäßstämme pulsiren beim Blutegel 7 bis 8, bisweilen 10 bis 15 mahl in der Minute (Nr. 111. IV. S. 252), beim Regenwurme 14 bis 18, und wenn man ihn reizt, 24 mahl (Nr. 223. p. 29), und die Mollusken stehen den Anneliden in Hinsicht auf Vollsaftigkeit, so wie auf geringe Frequenz der Herzschläge ziemlich gleich; wie dagegen bei den Vögeln die relative Quantität des Blutes am geringsten ist, so erreicht bei ihnen die Frequenz des Pulses ihre größte Höhe. Bei den Säugethieren scheint die Körpergröße zu den bestimmenden Momenten zu gehören; aber die Regsamkeit des animalen Lebens hat ebenfalls eine Beziehung, wie denn der Affe ungeachtet seiner bedeutenderen Größe einen frequenteren Puls hat als der träge Igel; und in Hinsicht auf Vollsaftigkeit oder Trockenheit, so wie auf geringere und größere Frequenz des Herzschlages bilden die Wiederkäuer und Nager einen Gegensatz. — b) Die Zeit, in welcher das Blut seinen vollständigen Umlauf durch den Körper macht, läßt sich nur ungefähr bestimmen, da die Größen, nach welchen man dies Verhältniß zu berechnen hat, sich nicht gleich bleiben. Als die sichersten Mittelzahlen wollen wir bei einem Menschen die Zahl der Herzschläge in einer Minute auf 75, und das Körpergewicht auf 160 Pfund festsetzen, in dem Verhältnisse

der Blutmenge aber, welche mit einer Systole aus dem Herzen getrieben wird, zu der, welche im ganzen Körper vorhanden ist, die Extreme annehmen, um dann die Mittelzahl als das wahrscheinliche Verhältniß festzustellen. Wenn bei einer Blutmasse von 30 Pf. (wie man nach Wrisbergs Bemerkungen annehmen kann) eine Unze Blut auf einmahl aus dem Herzen getrieben wird (wie z. B. Senac Nr. 489. II. p. 44 annimmt), so dauert ein Kreislauf 480 Pulsschläge oder 6 Minuten 24 Secunden; das Blut läuft also in der Stunde 9⅜ mahl um, und es geht in 34 Minuten 8 Secunden so viel Blut durch die Aortenkammer, als das Gewicht des ganzen Körpers beträgt. Nehmen wir dagegen das Minimum der Blutmasse (mit Herbst) als 10 Pfund, und das Maximum der Blutwelle (mit Prochaska) als 2 Unzen an, so dauert ein Umlauf 80 Pulsschläge oder 1 Minute 4 Secunden, wiederholt sich in der Stunde 56¼ mahl, und führt in 17 Minuten 40 Secunden so viel Blut, als der ganze Körper wiegt, durch die Aortenkammer. Dies sind die Extreme: nehmen wir aber als Mittelzahl an, daß ein Mensch 20 Pfund Blut hat, und daß das Herz bei jeder Systole 1½ Unzen austreibt, so wird das Blut während 214 Pulsschlägen binnen 2 Minuten 51 Secunden einmahl, und in einer Stunde 21 mahl vollständig umlaufen, und die Masse, die in 22 Minuten 51 Secunden durch die Aortenkammer geht, dem Körpergewichte gleich seyn. Nach Hales (Nr. 484. S. 41) geht eine dem Körpergewichte gleiche Masse von Blut durch die Aortenkammer beim Hunde in 6—11 Minuten, beim Menschen in 18—36, beim Schafe in 20, beim Pferde in 60, beim Ochsen in 88 Minuten. — Bei der Ungewißheit über die Quantität des Blutes im ganzen Körper, bei den Verschiedenheiten der Capacität der Herzkammer in den einzelnen Individuen, und bei der Unbeständigkeit der Frequenz des Pulses verwarf Hering (Nr. 186. I. S. 89—126) diese Schätzung als zu unsicher und suchte auf directe Weise die Schnelligkeit des Blutumlaufes bei Pferden zu erfahren, indem er blausaures Eisenkali in die Halsvene goß und nun beobachtete, zu welcher Zeit dasselbe sich in dem Blute verschiedener Gefäße, besonders aber der Halsvene der anderen Seite wieder fand, wenn nämlich das Serum, auf weißes Papier gebracht, durch

schwefelsaure Eisenauflösung und bei einem Zusatze von einem Tropfen Salzsäure blau gefärbt wurde. Das Resultat war: das blausaure Eisen zeigte sich nach 10 bis 25 Secunden in der arteria maxillaris, nach 15 bis 20 Secunden in der Masseterica und nach 20 bis 30 Secunden in der Metatarsea; nach 20 bis 25 Secunden in der vena jugularis der anderen Seite, nach 23 bis 30 Secunden in der thoracica externa und nach 20 Secunden in der Saphena. Allein man würde sich, wie mich dünkt, sehr irren, wenn man aus diesen Versuchen den Schluß ziehen wollte, daß bei dem Pferde binnen 20 bis 25 Secunden der Kreislauf vollständig vor sich gehe. Dies scheint in der That unmöglich, denn die Aortenkammer dieses Thieres faßt höchstens 10 Unzen (gewöhnlich 6, bisweilen 3); wenn sie nun bei jeder Systole 10 Unzen (als das Maximum) Blut ausstößt, so beträgt dies (bei einer schon minder gewöhnlichen Frequenz von 44 Schlägen in der Minute) binnen 25 Secunden 11 Pfund 4 Unzen: es ist aber augenscheinlich, daß dies nicht die ganze Blutmasse seyn kann. Hales fand bei einem Pferde, welchem er 28 Pfund Blut abgelassen hatte, immer noch Blut in den Venen, dem Herzen und der Bauchaorta und nahm daher an, daß seine ganze Masse 40 Pf. betrage, was bei einem Gewichte des Körpers von mehr als 800 Pfund gewiß nicht zu viel gerechnet ist; wenn nun das Maximum einer Blutwelle 10 Unzen ist, so ist 1 Minute 37 Secunden der früheste Termin, in welchem die ganze Blutmasse einen vollständigen Umlauf machen kann. Die Unstatthaftigkeit der obigen Folgerung aus Herings Versuchen geht schon daraus hervor, daß bei 60 Pulsschlägen in der Minute das blausaure Kali eben so schnell sich in der Halsvene der anderen Seite zeigte wie bei 44 Pulsschlägen, und daß dies nur bei 30 bis 43 Pulsen um einige Secunden später der Fall war: da doch eine bedeutende Differenz hier hätte Statt finden müssen, wenn die Erscheinung mit dem Umlaufe der Blutmasse in ganz gleichem Verhältnisse gestanden hätte. Man könnte nach diesen Versuchen vermuthen, daß gewisse fremdartige Stoffe, dergleichen das blausaure Kali ist, entweder schneller, als die Strömung ist, in der ganzen Blutmasse sich verbreiten, oder auch nicht so leicht in die Haargefäße specifischer Organe dringen, mehr im

Hauptstrome bleiben und früher in die Venen übergehen, wenn nicht folgender Umstand an jenen Resultaten Antheil hätte haben können. c) Wir berühren hier einen Punct, der noch zu wenig beachtet worden ist, und der allein die Ungenauigkeit unserer (b), so wie jeder anderen Zeitrechnung des Kreislaufes beweist, nämlich die ungleiche Länge der Blutbahnen. Der Blutstrom ist ein Aggregat von vielen kleinen Strömen, die in ihrer Länge, folglich auch in der Zeit, welche von ihrem Austritte aus der Aortenkammer bis zu ihrer Rückkehr in dieselbe verstreicht, sehr von einander verschieden sind. So muß das Blut, welches aus der Aorta in die Kranzarterien des Herzens fließt, nach wenigen Pulsschlägen und früher als alles übrige wieder in den Hohlvenensack gelangen; das, welches aus dem ersten Zweige der Carotis durch die Schilddrüse in den unteren Theil der Halsvene übergeht, macht einen weit kürzeren Weg als das, welches durch die Endzweige der Carotis zum Gehirne und zu anderen Theilen des Kopfes fließt; das, welches aus dem Stamme der Aorta durch die Nieren in den Hohlvenenstamm übergeführt wird, kehrt früher in das Herz zurück als das, welches erst durch die langen Gekrösarterien und dann durch das Pfortadersystem geht, oder als das, welches von den Endzweigen der Aorta in das Becken und zu den unteren Gliedmaaßen geleitet wird. Sonach dürften denn von den Blutkörnern, die im Hohlvenensacke zusammenkommen, einige den Weg dahin aus der Aortenkammer binnen 5 oder 10 Secunden, andere in einem längeren und zum Theil vielleicht in einem 50 mahl längeren Zeitraume zurückgelegt haben. d) Die Quantität des Blutes, welche den verschiedenen Organen zugeführt wird, ist nach Maaßgabe der Zahl und des Durchmessers ihrer Gefäße sehr verschieden. Die Lungen empfangen so viel Blut als der ganze übrige Körper, ja, da sie diesem noch welches durch die Bronchialgefäße entziehen, mehr als derselbe. Man hat hierin eine große Schwierigkeit zu finden geglaubt und dieselbe entweder wie Hales (Nr. 484. S. 61 fgg.) durch Annahme einer größeren Schnelligkeit des Blutlaufes in den Lungen, oder wie Bichat (Nr. 103. I. 2. Abthlg. S. 282 fgg.) durch andere Vermuthungen zu heben gesucht. Allein diese Gleichheit der Lungen mit dem ganzen übrigen Körper wird durch die

Ungleichheit in der Ausdehnung der Blutbahn und in der sie anfüllenden Blutmasse wieder aufgehoben. Der Blutstrom geht aus den Hohlvenen durch einen Bogen (Lungenarterie und Lungenvenen), wie durch eine seitliche Abschweifung, in die Aorta über. Dieser Bogen mag nun so groß oder so klein seyn, wie er will, so bleibt das Verhältniß des Stromes in den Hohlvenen zu dem in der Aorta sich gleich: die Lungen mögen in ihren Gefäßen ein halbes oder ein ganzes Pfund Blut enthalten, so können sie bei unveränderter Schnelligkeit seines Laufes zwei Unzen von den Hohlvenen her empfangen und zu gleicher Zeit eben so viel nach der Aorta hin abgeben. Nach Hales Berechnung würde also nicht die Strömung des Lungenblutes fünfmahl schneller, sondern die Bahn desselben fünfmahl kürzer seyn als die des Blutes im übrigen Körper. Haller (Nr. 152. I. p. 191) sah das Blut in den Lungen nicht schneller fließen als in anderen Organen, und (ebd. p. 73. 225) aus der Lungenarterie in einem ziemlich eben so hohen Bogen strömen als aus der Aorta. Kerr (Nr. 498. p. 146) führt als einen Einwurf gegen die Lehre vom Kreislaufe an, daß der größte Theil der Lungen ohne Erweiterung ihrer Gefäße vereitert seyn kann: allein wenn auch nur noch so viel von ihnen übrig ist, um vier Unzen Blut fassen zu können, so vermögen sie immer noch die Gleichmäßigkeit des Blutstromes zu unterhalten, indem sie zwei Unzen Blut aufnehmen und gleichzeitig ausstoßen, wiewohl in solchem Falle die Blutwelle auch nur eine oder eine halbe Unze betragen kann, ohne daß die Strömung im Aortensysteme dadurch gestört wird. e) Die Schnelligkeit des Blutlaufes kann in einzelnen Organen größer oder kleiner seyn als in den übrigen; aber dies hat keine Störung zur Folge, so lange die aus dem Blutstrome an ein Organ abgehende Blutmasse der aus demselben in den Strom zurückkehrenden gleich ist. Spallanzani (Nr. 493. p. 271) fand den Blutlauf bei Fröschen in allen Theilen gleich schnell, aber bei Salamandern (ebd. p. 269) im Gekröse langsamer als in den Lungen und dem Kopfe, am langsamsten in den Leber- und Milzvenen, in letzteren (p. 197) bisweilen selbst dreimahl langsamer als in den Gekrösvenen; ähnliche Beobachtungen machte Wedemeyer (Nr. 243. 1828. S. 349), und J. Müller

(ebd. 1829. S. 188) sah den Blutlauf in der Leber langsamer als in andern Theilen, und in den Lebervenen langsamer als in der Pfortader. f) Unter diesen Umständen ist es ein vergebliches Bemühen, ein allgemeines Maaß der Geschwindigkeit des Blutstromes finden zu wollen: man geht dabei von unerweislichen Annahmen oder von einzelnen Thatsachen, die aber nicht für das Ganze gültig sind, aus und gelangt so zu den verschiedensten Resultaten. Keil rechnet, daß, wenn beim Menschen eine Unze = 1,659 Cubiczoll Blut aus der Aortenkammer durch einen Herzschlag, also binnen einer Minute durch 80 Herzschläge 132,72 Cubiczoll Blut ausgetrieben werden, und wenn die Mündung der Aorta 0,4187 Zoll beträgt, das Blut in der Minute 26 Fuß weit geht, indem ein Cylinder, der 0,4187 Zoll im Durchmesser hat und 132,72 Cubiczoll Blut faßt, 316 Zoll = 26 Fuß lang seyn muß; da aber die Diastole noch einmahl so lange dauert als die Systole und doch für die Fortstoßung des Blutes unwirksam ist, so treibt das Herz das Blut in der Minute eigentlich 78 Fuß, und, wenn es zwei Unzen ausstößt, 156 Fuß weit (Nr. 95. I. p. 449). Nach Morgan läuft das Blut in der Secunde 11, nach Robinson 15 Zoll weit (ebd. p. 455). Es fließt mit jeder Systole des Herzens nach Sömmerring (Nr. 570. S. 104) 24 Zoll, nach Hales (Nr. 484. S. 41) 12 Zoll, nach Boissier (Nr. 95. I. p. 449. II. p. 164 sq.) 3 Zoll 3 Linien, nach Prochaska (Nr. 416. I. p. 100) in den Stämmen 16 Linien, in den Zweigen 1 Linie, in den Haargefäßen $\frac{1}{3}$ Linie; nach Arnott (Nr. 589. I. S. 486) fließt es in der Aorta binnen einer Secunde 8 Zoll, in den Verzweigungen immer weniger weit, und in den feinsten Haargefäßen oft in einer Minute noch keinen Zoll weit.

Grund des Herzschlages.

§. 717. Wenn wir nach Übersicht der wesentlichsten Erscheinungen des Blutlaufes nach seinen Ursachen fragen, so müssen wir vor allen Dingen den Grund des Herzschlages erforschen und zunächst die Verhältnisse auffassen, unter denen er erfolgt. Hier tritt uns nun A) zuerst die Thatsache entgegen, daß das Herz auf Reizung reagirt, d. h. durch gewisse Einwirkungen bestimmt wird,

seine Lebendigkeit auf die ihm eigenthümliche Weise (durch Bewegung) zu äußern. Wenn es in seinen normalen Bewegungen nachläßt, so vermag man durch Anbringung eines Reizes diese zu verstärken, zu beschleunigen und, wenn sie schon aufgehört haben, von Neuem anzufachen; ist es einem gesunden, lebenden Thiere ausgeschnitten, so ist seine Empfänglichkeit für Reize höher, seine Bewegung kräftiger, und seine Lebendigkeit von längerer Dauer, als wenn es von einem matten oder langsam gestorbenen Thiere genommen ist. An seiner inneren Fläche angebracht, wirken die Reize stärker als an der äußeren; aber auch einzelne, abgeschnittene Stücke können noch zu Bewegungen bestimmt werden. Die Einwirkungen, durch welche diese veranlaßt werden, können sehr verschieden seyn und werden daher unter dem allgemeinen Begriffe der Reize zusammengefaßt. Dahin gehören a) die Elektricität und der Galvanismus. Wenn z. B. v. Humboldt (Nr. 546. I. S. 343) ein Herz zwischen zwei Stücke Muskelsubstanz oder andere leitende Körper legte und diese armirte, so wurde seine erloschene Bewegung wieder geweckt, oder die noch bestehende beschleunigt: war es schon so matt, daß es nur alle vier Minuten einmahl schlug, so schlug es jetzt in einer Minute 35 mahl, und als nach fünf Minuten seine Pulsschläge wieder auf 3 gesunken waren, wurden sie durch neue Anwendung des Galvanismus wieder auf 25 in der Minute gebracht. b) Haller (Nr. 152. II. p. 389) und Senac (Nr. 489. II. p. 140) sahen, wie das Herz des Hühnerembryos durch die Wärme der Hand oder des Odems zu neuen Bewegungen gereizt wurde; heißes Wasser erregte noch schnellere Bewegungen, die aber von kurzer Dauer waren. c) Eine mechanische Reizung durch Berührung von festen Körpern, vorzüglich durch Einbringung des Fingers, so wie durch Druck, Stich, Schnitt, ruft Bewegungen hervor. d) Eben so die chemische Reizung, z. B. durch Säuren. e) Noch stärker aber als die Säuren (Nr. 152. I. p. 152), ja stärker als alle anderen Reize (ebd. p. 170) wirkt die Luft. Das Einblasen von Luft in die Hohlvenen weckt noch geraume Zeit nach dem Tode den Herzschlag wieder; selbst nach dem Einblasen in den Saugaderstamm sahen Peyer (Nr. 494. I. S. 242), Harder (ebd. S. 245) und Brunner (ebd. S. 249)

bei todten Thieren, Portal (ebd. II. S. 112), Hunaud und Senac (Nr. 489. II. p. 139) sogar bei menschlichen Leichnamen das Herz wieder schlagen. f) Tropfbare Flüssigkeiten wirken nach Maaßgabe ihres Volumens, ihres Stoßes und ihrer chemischen Qualität. Vermöge der letzteren aber erscheint uns das Blut als der natürliche Reiz des Herzens. Dies wird durch folgende Thatsachen bewiesen, welche schon Senac (Nr. 489. II. p. 132 sq.) zusammenstellte. 1) Wenn man den Eintritt neuen Blutes durch Unterbindung der Venenstämme hindert, so wird die Bewegung des Herzens schwächer (Nr. 152. I. p. 170); es zieht sich zusammen, weil es noch etwas Blut enthält, aber nur schwach, und da nur eine starke allseitige Systole vollständig entleert, so behält es noch Blut: Barkow (Nr. 243. 1830. S. 5) sah nach Unterbindung der Hohlvene den Venensack pulsiren, ohne Blut in die Arterienkammer zu treiben, und als das Herz geöffnet und mit der Pincette ausgespannt wurde, so floß das Blut aus, und die Pulsation hörte auf. 2) Hat man an einem lebendig geöffneten Thiere das schon ermattende Herz durch Entleerung zum Stillstande gebracht, und man läßt nun wieder Blut zu, so bewegt es sich von Neuem. 3) Der Theil des Herzens, der kein Blut bekommt, stirbt zuerst: wenn die durch Öffnung der Brusthöhle zusammengefallenen Lungen kein Blut mehr an das linke Herz geben, so hört dieses auf zu pulsiren, während das rechte, das noch Blut empfängt, zu wirken fortfährt; durchschneidet man nach Unterbindung der Aorta dagegen die Hohlvenen und Lungenarterie, so daß das rechte Herz sich entleert, ohne neues Blut zu bekommen, so ist der Hohlvenensack ganz bewegungslos, und die Lungenarterienkammer bewegt sich entweder gar nicht mehr, oder äußerst schwach, und nur vermöge ihrer Verbindung mit der Aortenkammer, welche dann am längsten pulsirt (Nr. 152. I. p. 60 sq.). 4) Wenn man bloß die Arterien unterbindet, so daß das Herz sich nicht entleeren kann, so zieht es sich häufiger und heftiger zusammen, als wenn dem Blute wechselsweise der Ausgang gestattet wird. 5) Keine Flüssigkeit endlich bewirkt so starke und regelmäßige Bewegung des Herzens als das Blut (Nr. 489. II. p. 135): wenn z. B. Dieffenbach bei Thieren, die durch Verblutung scheintodt geworden

waren, Serum in die Venen laufen ließ, so erfolgte keine Belebung, wurde aber vollständiges Blut eingeflößt, so begann der Herzschlag wieder. — Merk (Nr. 588. S. 112) leugnet, daß das Herz durch das Blut zur Bewegung bestimmt wird, weil das Ein- und Ausströmen des Blutes allmählig, die Bewegung des Herzens hingegen plötzlich erfolgt: allein jede Reizung ruft erst, wenn sie einen gewissen Grad erreicht hat, die Reaction hervor, und so wenig man die Reizung der Harnblase durch den Harn als die Ursache ihrer Entleerung darum leugnen kann, weil die Blase mehrere Stunden lang Harn enthält, ohne sich zusammenzuziehen, eben so wenig kann man die Reizung des Herzens dadurch widerlegen, daß es sich erst dann entleert, wenn es ganz gefüllt ist. Ein zweiter Einwurf, daß sich das Herz des Embryo bewegt, ehe es Blut enthält, ist durch die entgegengesetzte Beobachtung (§. 399, g) widerlegt; und der dritte Einwurf, daß sich der Rhythmus des Herzschlages unter Umständen, die auf den Blutstrom keinen Einfluß haben, ändern kann, hat kein Gewicht, da die Reizempfänglichkeit für das Blut die Empfänglichkeit für andere Reize nicht ausschließt. B) Wohl aber erkennen wir im Herzen eine selbst bewegende Kraft, welche zwar gewöhnlich nur auf äußere Sollicitation sich kund giebt, aber auch ohne eine solche und nach eigenem Typus sich äußern kann. g) Die Systole erfolgt ohne Reizung: das ausgeschnittene und entleerte Herz bewegt sich noch rhythmisch, z. B. von Fröschen und Salamandern (Nr. 493. p. 356) mehrere Stunden lang, und die Luft ist nicht die Ursache, denn die Bewegung dauert selbst unter der Luftpumpe fort (Nr. 588. S. 86). Auch nach Unterbindung der Venenstämme setzt das Herz bisweilen seine Bewegungen fort (Nr. 152. I. p. 151. 203). h) Bei anhaltender Einwirkung von Reizen erfolgt gleichwohl die Diastole: sind die Arterien unterbunden, so daß das Herz immerfort gefüllt bleibt, so besteht der Wechsel von Systole und Diastole ungestört; wenn Fontana (Nr. 555. S. 68. 105) das Herz im Augenblicke der beginnenden Diastole stach, so dehnte es sich dessenungeachtet aus, und er konnte weder durch anhaltendes Stechen mit Nadeln, noch durch Ätzmittel oder glühende Metalle eine Zusammenziehung bewirken, die auch nur einen Augenblick länger als

die normale Systole gedauert hätte. i) Auch die einzelnen Theile eines zerschnittenen Herzens zeigen abwechselnde Zusammenziehung und Ausdehnung. — k) Wir erkennen also hier einen inneren Typus, der auf zwei immer wechselnden, einander gegenseitig bedingenden Momenten beruht, und bei Betrachtung der Muskelthätigkeit näher zu erörtern seyn wird. C) Wir haben (§. 480. 485) gefunden, daß der Grund des Gebärens auf einer dem Fruchthälter inwohnenden Kraft beruht, die sich nach einem eigenen Typus entwickelt und selbstthätig wirkt, aber im Normalzustande durch Reizung zu ihrer Äußerung veranlaßt wird, und daß eine Harmonie hier waltet, vermöge deren die innere Kraft und die äußere Reizung gleichzeitig auf den Punct gelangen, wo die gemeinschaftliche Wirkung beider hervortreten muß. Wir haben ferner erkannt, daß der Organismus den Grund seiner Periodicität in sich selbst trägt (§. 594, a), daß aber diese durch ein harmonisches Verhältniß der Außenwelt zu Stande gebracht wird (§. 594, c). Eine gleiche Harmonie zeigt uns das Herz: indem es sich zusammengezogen hat, ist sowohl seine contrahirende Kraft erschöpft, als auch der sie sollicitirende Reiz entfernt, und es erfolgt die Diastole; hat es in dieser geruht, so ist sowohl seine contrahirende Kraft verjüngt (§. 593), als auch das Blut in solcher Quantität angehäuft, daß es als Reiz wirken muß, und durch beides zusammen wird nun die Systole gegeben.

§. 718. Das Herz wirkt als Muskel, namentlich als Hohlmuskel, und somit wird denn auch der Grund seiner Bewegungen uns erst dann klar werden, wenn wir die Muskelkraft in allen ihren Formen überschauen; vorläufig fassen wie nur einige, dem Herzen besonders eigenthümliche Züge auf. a) Dieses Organ ist der stärkste aller Muskeln. Es zeichnet sich vor diesen aus durch die größte Röthe, Derbheit und Reinheit seiner Fasern, indem diese am dichtesten und ohne zellgewebige Scheiden an einander gelagert sind und verhältnißmäßig die dünnsten Nerven erhalten. Seine Bewegungskraft ist am mächtigsten: faßt man es bei einem warmblütigen Thiere mit der von der Unterleibshöhle aus durch eine Öffnung des Zwerchfelles eingeführten Hand, so erkennt man die volle Gewalt seines stürmischen Auf- und Niederwogens. So wirkt es in ununterbrochenem Rhythmus fort, im Schlafe wie in jedem

Momente des Wachens, lebenslänglich von dem Zeitpuncte an, wo noch gar keine anderen Muskeln vorhanden sind, bis zu dem, wo diese schon aufgehört haben zu wirken. Während endlich diese immer nur einzelnen Functionen auf partielle Weise dienen, ist das Herz der allgemeine Lebensmuskel, und seine Thätigkeit die Bedingung aller übrigen. b) So steht es mit dem Gesammtorganismus in innigem Verkehre. Ist diesem eine der äußeren Lebensbedingungen, namentlich Wärme, oder Luft, oder Blut entzogen, so hört es auf sich zu bewegen, und alle Lebensäußerungen verschwinden: es entsteht Scheintod (Erfrierung, Erstickung, Verblutung), d. h. das Leben wird latent; es ist nicht in seinem Grunde angegriffen, sondern nur in seiner Äußerung gehemmt, da die Bedingungen derselben fehlen, und es wird, wenn diese wieder gegeben werden, von Neuem wirksam. In der Fortdauer des latenten Zustandes erlischt aber das Leben, und das Herz verliert seine Reizbarkeit, wie sein Wirkungsvermögen. c) Wenn es aus seiner Verbindung mit dem übrigen Organismus gerissen, oder seine normale Wirksamkeit mit dem Aufhören des Gesammtlebens erloschen ist, äußert es noch eine Zeit lang bei Anbringung von Reizen ein partielles Leben (§. 634, F). Die Dauer desselben steht aber keinesweges in geradem Verhältnisse zur Muskelkraft, ist vielmehr bei den verschiedenen Gattungen thierischer Organismen um so kürzer, je höher das animale Leben und die Einheit der Functionen gesteigert, namentlich auch je mehr das Athmen Bedürfniß für das Gesammtleben ist. So dauert die Reizbarkeit des Herzens bei der Reife sich nähernden Embryonen länger als bei geborenen Thieren, wie es z. B. Forchhammer (Nr. 279. p. 12) bei Embryonen vom Schleimfische noch drei bis vier Stunden schlagen sah, und bei neugeborenen Wirbelthieren dauert sie länger als bei erwachsenen, wie schon Senac (Nr. 489. II. p. 142) bemerkte. Bei kaltblütigen Thieren ist sie von längerem Bestande als bei warmblütigen; so sah z. B. Scoresby das Herz des Haifisches noch einige Stunden schlagen, nachdem es aus dem Leibe gerissen war. Bei Vögeln erlischt die Thätigkeit des Herzens noch früher als bei Säugethieren, was vielleicht aus dem größeren Athmungsbedürfnisse zu erklären ist. Übrigens darf man auch hier, die Zufälligkeit der Verhältnisse, un=

ter welchen dergleichen Beobachtungen angestellt werden, abgerechnet, keine völlige Übereinstimmung mit der allgemeinen Stufenleiter der Organisation und des Lebens suchen. Das herausgenommene Herz der Schnecke schlug nach Carus (Nr. 262. S. 84) 15 Minuten lang und behielt seine Reizbarkeit gegen anderthalb Stunden; das des Krebses schlug 5 Minuten und blieb 10 Minuten lang reizbar. d) So läßt sich auch über die Dauer seiner Reizbarkeit in Vergleich zu den übrigen Muskelgebilden kaum etwas Allgemeines festsetzen, da nach Maaßgabe des Lebenszustandes, in welchem die verschiedenen Gebilde vor dem Tode sich befanden, so wie der Reize, welche man anwendet, die Verhältnisse sehr verschieden sich gestalten. Im Ganzen genommen behauptet das Herz seine Lebendigkeit länger als andere Hohlmuskeln; aber der gebärfertige Fruchthälter (§. 484, b) macht davon eine Ausnahme. Die willkührlichen Muskeln verlieren ihre Reizbarkeit nach Haller (Nr. 152. I. p. 169) früher, nach Fontana (Nr. 555. S. 124—127) später als das Herz, nach Nysten (Nr. 418. p. 293) früher als die Venensäcke, später als die Arterienkammern. Die Qualität der Reize hat bedeutenden Einfluß: seine Empfänglichkeit für den Galvanismus verliert das Herz früher als die willkührlichen Muskeln (Nr. 524. S. 42); aber es bewegt sich noch auf das Eindringen von Luft wie kein anderer Hohlmuskel, und selbst wenn es gegen alle andere Reize unempfänglich ist (§. 717, e). — e) Was die einzelnen Theile des Herzens anlangt, so erlischt die Bewegung gewöhnlich in der Aortenkammer, als dem arteriösesten Puncte, zuerst, im Hohlvenensacke, als dem venösesten Puncte, zuletzt, und zwar, wie Walther (Nr. 552. p. 11) beobachtete, im Lungenvenensacke früher als in der Lungenarterienkammer, oder auch, wie Haller (Nr. 152. II. p. 389) bemerkte, in dieser früher als in jenem. Dieser Unterschied beruht aber darauf, daß der venelle Theil zuletzt noch durch zuströmendes Blut gereizt wird, denn wenn Walther (a. a. O.) und Haller (a. a. O. p. 155) die Hohlvenen und Lungenarterie abgeschnitten hatten, so hörte die Bewegung zuerst im Hohlvenensacke, dann in der Lungenarterienkammer, hierauf im Lungenvenensacke und zuletzt in der Aortenkammer auf. Übrigens behauptet nach Haller (ebd. p. 226) die Spitze ihre

eigenmächtige Bewegung, so wie ihre Reizempfänglichkeit länger als andere Theile der Arterienkammer.

Bestimmung des Blutlaufes durch das Herz.

§. 719. Der Blutlauf setzt nothwendig voraus, daß das Blut und seine Wandung dazu geeignet ist; aber es fragt sich, ob diese Eignung für sich allein auch die volle Verwirklichung herbeiführt, oder ob dazu noch ein anderes Moment erforderlich ist. Somit stellen wir denn das Dilemma auf: der volle Grund des Blutlaufes ist entweder im Gefäßsysteme selbst enthalten (§. 719—734), oder er liegt zugleich außerhalb desselben (§. 735—738); im ersteren Falle muß er entweder im Blute (§. 732—734) oder in dessen Wandungen, und zwar entweder im Herzen (§. 719—731) oder in den Adern (§. 732) zu suchen seyn. — Wir haben eine lebendige Bewegung im Herzen (§. 706) gefunden, welche mechanisch auf das Blut wirkt, und gesehen, daß diesem, wenn es einmahl in Bewegung gesetzt worden, eine bestimmte Richtung und Bahn gegeben ist (§. 694—704). Somit bietet es sich denn uns als die einfachste Ansicht an, daß das Herz den Grund des Blutlaufes in sich faßt, und daß, seine lebendige Thätigkeit abgerechnet, der ganze Kreis der hierher gehörigen Erscheinungen das Resultat mechanischer Verhältnisse ist. Und in der That finden wir Thatsachen, welche beweisen, daß das Herz für sich allein den ganzen Kreislauf bewirken kann (§. 720—723), und mechanische Momente, welche die verschiedenen Erscheinungen des Kreislaufes erklären (§. 724—730).

§. 720. Das Blut wird vom Herzen durch das ganze Arteriensystem getrieben. A) Der Arterienpuls rührt vom Herzen her und ist wesentlich nichts Anderes als die über das ganze System fortgepflanzte Erschütterung, welche die Arterie (ihr Blut und ihre Wandung) durch den Stoß des aus dem Herzen einströmenden Blutes erfährt (§. 710). a) Er ist gleichzeitig mit der Systole der Arterienkammern, entspricht derselben in der Zeitdauer, so wie in den Modificationen der Stärke und Frequenz; er hört auf, wenn das Herz kein Blut austreibt, oder es durch eine Wunde ergießt, und kehrt zurück, wenn der Herzschlag wieder beginnt. b) Wenn

man eine Arterie unterbindet, so hört der Puls unterhalb dieser Stelle auf (Nr. 152. I. p. 187); besonders ist dies der Fall, wenn man eine ganze Strecke einer Arterie durch zwei Unterbindungen unwegsam macht (Nr. 493. p. 363). Ist aber der Herzschlag stark, so setzt er bisweilen auch eine solche doppelt unterbundene Arterie in eine dem Pulse ähnliche Schwingung (Nr. 103. I. 2. Abthl. S. 76). B) Der Arterienpuls ist also nur die mechanische Wirkung des Stoßes, welchen das Blut vom Herzen her erfährt. c) Die Venen pulsiren gleich Arterien, wenn man den Blutstrom vom Herzen aus in sie leitet: dies beobachteten schon Denis an der Halsvene, in welche er Blut aus der Schenkelarterie überströmen ließ (Nr. 494. I. S. 79), und King bei einer ähnlichen Transfusion an einem Menschen, ungeachtet zwischen der Vene desselben und der Arterie des Lammes, von welchem das Blut genommen wurde, drei in einander gesteckte Federkiele befestigt waren (ebd. S. 170 fgg.). Ähnliche Beobachtungen machten Arthaud (Nr. 524. S. 75) und Bichat (a. a. O. S. 86). Beim varikösen Aneurysma pulsirt die Vene gleichzeitig mit der Arterie, mit welcher sie zusammenhängt. d) Wenn man umgekehrt in eine Arterie Blut aus einer Vene leitet, so pulsirt jene nicht, wenn sie nicht etwa durch Nebenzweige einen Stoß bekommt (ebd.). e) Der aus dem Herzen kommende Blutstrom, in eine Arterie eines Leichnams geleitet, setzt diese in eine dem Pulse ähnliche Schwingung, welche sich durch die Hautdecken fühlen läßt: dies sah Bichat (ebd. S. 85) am Arme eines menschlichen Leichnams, in dessen Arterie er das Blut aus der Carotis eines großen Hundes strömen ließ. f) Auch in anderen Gebilden bringt die arteriöse Strömung eine solche Bewegung hervor: ein Hühnerdarm, in welchen Rosa (Nr. 579. I. p. 189) das Blut aus der Carotis eines Kalbes leitete, pulsirte synchronisch mit derselben; dasselbe sah Bichat (a. a. O. S. 87) an einer Blase, in welche er eine Arterie sich ergießen ließ. Bei Transfusionsversuchen sahen Rosa und Scarpa die aus starkem Leder genähte (Nr. 494. II. S. 141), und Tietzel die aus der Carotis eines Pferdes (Nr. 528. S. 27) verfertigte Transfusionsröhre während des Überströmens deutlich pulsiren. g) Spritzt man stoßweise Wasser in die Arterien eines

Leichnams, so pulsiren diese, wie ich z. B. an den Hirnarterien (Nr. 464 III. S. 36), und Wedemeyer (Nr. 529. S. 43) an der Speichenarterie sah. Letzterer sah bei einer solchen Einspritzung die bloß gelegte Schenkelarterie bei jedem Stoße der Spritze in ihrer ganzen Länge sich erweitern und dann wieder verengern und das Wasser austreiben (Nr. 243. 1828. S. 339 fg.). Die wellenförmige Bewegung des Wassers und das Beben der Wandung fühlt man aber auch an jedem noch so dicken Spritzenschlauche, oder nach Döllinger (Nr. 185. II. S. 356) an dicken bleiernen Röhren, in welchen Wasser durch Pumpen aufgetrieben wird, und Johnson hat eine Maschine aus Blasen und Därmen zusammengesetzt, an welcher er durch Druck eine dem Pulse ähnliche Bebung hervorbrachte. C) Das Herz bewirkt den Blutumlauf auch unter Umständen, wo die Arterien nicht mitwirken können. h) Diese sind bisweilen in bedeutenden Strecken verknöchert, und gleichwohl besteht der Kreislauf dabei mehrere Jahre hindurch (Nr. 152. I. p. 230). i) Nicht selten sind Arterien unbeweglich angeheftet, z. B. die Aorta bei vielen Fischen im Bogen der unteren Stachelfortsätze, und beim Stör, wo sie einen knorpeligen Canal darstellt. D) Wenn das Leben durch Mangel an Blut unterbrochen worden ist, so wird es nicht durch das Einströmen neuen Blutes in die Arterien, wohl aber durch Aufnahme desselben in das Herz und durch dessen Bewegung wieder erweckt: Blundell (Nr. 169. p. 68) sah, daß verblutete Thiere durch Einspritzung arteriösen Blutes anderer Thiere in die Carotis nicht wieder belebt wurden, wohl aber wenn das Blut durch die Venen gegen das Herz gerichtet wurde.

§. 721. Die Bewegung des Blutes in den Haargefäßen hängt vom Stoße des Herzens ab, A) indem die Arterien dieselbe Menge Blut, welche sie vom Herzen empfangen haben, bis zum nächsten Schlage desselben in die Haargefäße stoßen müssen, wo es in derselben Richtung fortfließen muß. a) Daher ist hier der Blutlauf remittirend, wo die Kraft des Herzens zu schwach ist, als daß der durch seine Systole bewirkte Stoß noch während seiner Diastole fortwirken könnte. Bei Fischembryonen sah Döllinger (Nr. 176. VII. S. 215) den Stoß des Herzens durch die Haar-

gefäße der Kiemen selbst auf die Aorta sich fortpflanzen, so daß die Strömung hier remittirte, während sie bei fortschreitender Entwickelung und wachsender Muskelkraft des Herzens stetig wird. In den Haargefäßen erwachsener Thiere sahen Spallanzani (Nr. 493. p. 160. 242) und Wedemeyer (Nr. 529. S. 212) den stetigen Blutlauf remittirend oder auch intermittirend, d. h. während der Diastole des Herzens verlangsamt oder stockend werden, wenn das Herz matter wurde (vgl. §. 714). b) Überhaupt stimmt der Blutlauf in den Haargefäßen mit der Kraft des Herzschlages überein: wenn dieser plötzlich stärker oder schwächer wird, so sieht man nach Wedemeyer (ebd. S. 208) auch jenen auf gleiche Weise sich ändern. c) Daher ist er auch in den dem Herzen näher liegenden Haargefäßen schneller: Döllinger (a. a. O. S. 210) sah die einfachen Reihen von Blutkörnern sich schneller bewegen, wenn sie so eben aus einer etwas stärkeren arteriösen Strömung kamen. d) Nach J. Müllers (N. 189. 1824. S. 282) Beobachtungen hört die Strömung in den Haargefäßen nach Unterbindung der Arterie fast augenblicklich auf, und nur durch den Druck der Wandungen erfolgt eine langsame Schwankung, welche bald aufhört; ist aber ein Theil ausgeschnitten, so strömt das Blut durch die vom Herzen empfangene Stoßkraft und durch den Druck der Wandungen fort, und durch die offenen Venen heraus. B) So bewirkt das Herz auch den Übergang des Blutes in die Venen. Der Blutstrom bildet in den Arterien eine ununterbrochene Säule; der Stoß, den er durch jede vom Herzen kommende Blutwelle bekommt, ist zu mächtig, als daß er nicht über die Haargefäße hinaus sich verbreiten sollte, und er muß dies um so mehr, da jenseit der Haargefäße die Strömung durch Klappen unterbrochen ist, folglich bei der Fortbewegung in den Venen leere Räume entstehen; da ferner das venöse System geräumiger ist als das arteriöse, und die Venen dünnhäutiger, schlaffer, nachgiebiger sind als die Arterien. Da auf diese Weise das Blut in den Haargefäßen von den engern, dickhäutigen Arterien aus durch den Herzschlag gedrängt wird und in den Venen keinen gleichen Widerstand findet, so muß es nothwendig in diese übergehen, und die Gleichförmigkeit und Regelmäßigkeit des Blutlaufes kann nur dadurch bestehen, daß die-

selbe Quantität, welche durch eine Systole des Herzens eingetrieben wird, bis zur nächsten Systole in die Venen überströmt. Die oben (§. 704, A) angeführten Thatsachen bestätigen dies zum Theil; noch mehr die folgenden (§. 722). Übrigens bewies Hales dasselbe durch folgenden Versuch. Er hatte gefunden, daß der Druck, unter welchem das Blut in den Arterien steht (§. 726), bei dem Hunde dem Drucke einer $4\frac{1}{2}$ Fuß hohen Wassersäule gleich ist; brachte er nun eine $4\frac{1}{2}$ Fuß hohe Glasröhre, die er immer mit warmem Wasser gefüllt hielt, in das obere Ende der durchschnittenen Carotis eines Hundes, so daß das Wasser nach dem Kopfe zu getrieben wurde, so floß dasselbe, mit Blut vermischt, aus der Drosselvene wieder ab: also reichte derselbe Druck, welchen das Blut in den Arterien erleidet, hin, dasselbe durch die Haargefäße in die Venen zu treiben und in diesen fortzustoßen.

§. 722. Der Blutlauf in den Venen hängt einerseits vom Stoße bei der Systole, andererseits vom Zuge bei der Diastole des Herzens ab. A) Bei dem stetigen Zuflusse von den Haargefäßen aus muß das Blut in den Venen durch Druck von hinten her (vis a tergo) gegen das Herz fortgeschoben werden. Wenn man dagegen einwendet, die Kraft des Blutes sey unzureichend, da sie durch die Reibung und die Krümmung in den Arterien, so wie durch Verminderung der Blutmasse bei der Ernährung geschwächt sey (Nr. 588. p. 89), so berufen wir uns dagegen auf andere Erörterungen (§. 694, c) und auf folgende Erfahrungen. a) Spallanzani (Nr. 493. p. 264) sah, daß beim Aussetzen und Wiedereintreten des Herzschlages auch der Blutlauf in den Venen aufhörte und wieder begann, und namentlich früher aufhörte und später wieder anfing als in den Arterien. b) Eine große Gekrösvene, welche Haller (Nr. 152. I. p. 89) bei einer Ziege unterbunden hatte, hörte sogleich auf, ihr Blut unterhalb des Bandes oder gegen den Pfortaderstamm zu treiben, da das Blut keinen Impuls mehr vom Herzen bekam. Magendie (Nr. 216. I. p. 110) unterband die Schenkelvene eines Hundes und machte oberhalb des Bandes, d. h. gegen ihre Wurzeln zu, eine kleine Öffnung darein: hier spritzte nun das Blut aus, so lange welches in die Schenkelarterie strömte und nach ihrer Unterbindung aus ihr in die Vene

überging, hörte aber auf, als die Arterie zusammengedrückt wurde und sich entleert hatte, ungeachtet die Vene in ihrem ganzen Verlaufe noch Blut enthielt. Croß beobachtete dasselbe (Nr. 198. 1829. IV. S. 59); c) Spallanzani (a. a. O. p. 253) sah den Blutlauf in den Venen bei jeder Systole des Herzens schneller und bei der Diastole langsamer werden, bei Salamandern, Laubfröschen und Froschlarven. Eben so sah Döllinger (Nr. 176. VII. S. 217) bei Fischembryonen die stoßweise Bewegung in der Hohlvene immer gleichzeitig mit dem Pulse der Arterien. Auch bei älteren Thieren beobachtete Wedemeyer (Nr. 529. S. 216) in einzelnen kleinen Venen zuweilen ein stoßweise schnelleres, der Systole des Herzens entsprechendes Fortrücken des Blutes, besonders bei schwachem Blutlaufe. Steinbuch (Nr. 191. 1815. III. St. S. 9), Beyer (ebd. 1824. Supplementheft S. 14), Sundelin (Nr. 449. 1822. II. Bd. S. 11) und Davis (Nr. 198. 1828. I. S. 48) haben Krankheitsfälle beobachtet, wo alle Venen, so weit sie an der Oberfläche lagen und wahrnehmbar waren, sichtbar und fühlbar pulsirten, und zwar gleichzeitig und übereinstimmend mit den Arterien. Beyer leitete diese Pulsation davon ab, daß der Blutlauf durch die Aorta gehemmt gewesen sey, und die Lungenarterienkammer daher einen Theil ihres Blutes in das Hohlvenensystem zurückgeworfen habe. Allein offenbar pflanzte sich die stoßweise Erschütterung des Blutes von den Arterien aus durch die Haargefäße auf die Venen fort: denn ein bis über die feineren Verzweigungen des Hohlvenensystemes sich erstreckender Rückfluß ist unerhört und wegen der Klappen unmöglich; die Pulsation war aber in Steinbuchs Falle in den feineren Verzweigungen stärker als in den Ästen, und in Beyers Falle so bedeutend, daß die Zunge und die Augen dabei wechselsweise vorgetrieben wurden und wieder zurücktraten; wenn endlich Davis eine Arterie zusammendrückte, so hörte die Pulsation in der entsprechenden Vene auf, und drückte er eine Vene, so verschwand die Pulsation zwischen dem Drucke und dem Herzen. Mechanische Abnormitäten lagen nicht zum Grunde, denn bei den Leichenöffnungen war davon, namentlich von einer abnormen Verbindung der Arterien mit den Venen, nichts zu entdecken; auch war die Pulsation nicht anhal=

tend, sondern dauerte in Steinbuchs Falle nur drei Tage während eines Fieberzustandes, dem ein unentwickeltes Wechselfieber zum Grunde lag, und trat nicht wieder ein, als letzteres sich regelmäßig ausgebildet hatte, so wie nach der Genesung davon; in Beyers Falle setzte sie nach fünftägiger Dauer vier Tage lang aus und dauerte dann wieder bis zum fünften Tage, wo der Tod erfolgte. Auch war nur in Sundelins Falle Herzpochen und Kurzathmigkeit damit verbunden, in den übrigen Fällen hingegen Herzschlag und Athmen normal. Es muß daher eine eigene Veränderung in der lebendigen Thätigkeit der Haargefäße, namentlich, wie Steinbuch annimmt, eine ungewöhnliche Erweiterung derselben, die Fortpflanzung des Stoßes von den Arterien auf die Venen möglich gemacht haben; aber worauf dieser Zustand beruhte, bleibt räthselhaft. War vielleicht die Diastole des Hohlvenensackes völlig synchronisch mit der Systole der Aortenkammer, so daß Zug (B) und Stoß genau in demselben Momente auf das Venenblut wirkte? — B) Wenn die Venensäcke nach ihrer Entleerung sich wieder ausdehnen, so entsteht in ihnen ein leerer Raum, in welchen das Blut aus den Venen einströmen muß, indem es hier keinen Widerstand findet, während es in den Venen dem Drucke der Atmosphäre ausgesetzt ist. Diese Saugkraft des Herzens war schon in früheren Jahrhunderten bekannt und dann von Wildegans erörtert worden (Nr. 524. S. 153); in neueren Zeiten wurde sie vorzüglich von Carson (Nr. 496. p. 148 sqq.) und hierauf von Schubarth (Nr. 584. LVII. S. 5 fgg.) und Zugenbühler gewürdigt. Ihre Möglichkeit ergiebt sich aus folgenden (d—f) mechanischen Verhältnissen. d) Die Diastole erfolgt, ehe das Herz vom Blute ausgedehnt wird. Selbst am todten Herzen findet man die entleerten Höhlen seiner linken Hälfte ausgedehnt, während die schlafferen Wandungen der rechten Hälfte mehr zusammengesunken und einander genähert sind; im Leben aber ist vermöge des Turgors die Erweiterung ungleich bedeutender. e) Durch biegsame, leicht zusammenzudrückende Canäle kann man keine Flüssigkeit auspumpen, denn so wie zunächst am Pumpenstempel ein leerer Raum in ihnen entsteht, werden sie durch den Druck der Atmosphäre so zusammengepreßt, daß die darunter befindliche Flüssigkeit

eingesperrt wird. Deshalb haben Arnott (Nr. 589. I. S. 477) und Andere behauptet, das Herz könne nicht saugend auf das in den Venen enthaltene Blut wirken. Allerdings gestatten die Venenzweige am Leichname kein solches Auspumpen: wenn ich zum Behufe feiner Injectionen das Blut mittels einer Spritze durch die Vene eines Gliedes aus den Haargefäßen zu ziehen versuchte, so wurde der der Spritze zunächst liegende Theil der Vene beim ersten Zuge des Stempels so dicht verschlossen, daß kein Blut mehr hervortreten konnte. Wedemeyer erfuhr dasselbe an der Schenkelvene, stellte aber denselben Versuch an der unteren Hohlvene und am Stamme der Halsvene mit glücklicherem Erfolge an (Nr. 243. 1828. S. 359). Nämlich die Venenstämme werden durch ihre Anheftungen an benachbarten Theilen offen gehalten, wie dies namentlich Bérard nachgewiesen hat (Nr. 423. XXII. p. 170): so sind die obere Hohlvene an den Herzbeutel, die untere an die Sehne des Zwerchfelles, die Schlüsselbeinvene, die Achselvene und die Beckenvene an die benachbarten Aponeurosen, die Hirnblutleiter an die feste Hirnhaut, die Venen der Knochen an die Beinhaut, und die Lebervenen an die Substanz der Leber angeheftet. Außerdem wird auch kein Zusammensinken und Verschließen der Venen möglich seyn, so lange der Blutstrom in den Venenstämmen, wo die Klappen fehlen, eine stetige Säule bildet, welche in demselben Momente vorrückt, in welchem ein leerer Raum im Herzen entstehen will. f) An der Mündung der Venenstämme fehlen Klappen, welche den Rückfluß des Blutes hindern könnten, und wenn sich auch bei mehrern Amphibien, Vögeln und Säugethieren welche finden, so können sie doch die Saugkraft des Herzens nicht stören, da sie bei dessen Entleerung in seine Höhlung eingetrieben werden müssen. — Wir gehen aber zu den unmittelbaren Beweisen dieser Einsaugung fort; wobei wir, da sich unsere Untersuchung nur auf den Blutlauf bei dem Menschen und den Wirbelthieren bezieht, nicht in Anschlag bringen wollen, daß nach den Untersuchungen von Strauß bei dem Maikäfer, und wahrscheinlich auch bei mehrern andern Insecten, das Rückengefäß, wenn es bei der Systole das Blut nach vorne ausgetrieben hat, bei der Diastole durch seitliche Öffnungen neues Blut aus der Leibeshöhle in sich saugt und nur

dadurch den Blutlauf bewerkstelligt. g) Reichel (Nr. 486. p. 10) sah bei Fröschen, daß, wenn der Herzschlag ausgesetzt hatte und durch Reizung des Thieres wieder hervorgerufen wurde, die Blutkörner in den Haargefäßen durch den von den Arterien her empfangenen Stoß fortgetrieben wurden, in den Venen aber die Bewegung ebenfalls zuerst in den Stämmen eintrat, also durch die Saugkraft des Herzens bestimmt wurde, und in den Zweigen erst später erfolgte. h) Die Luft dringt ungemein leicht durch einen geöffneten Venenstamm in das Herz, wie denn Magendie über einen Fall berichtet, wo man bei einer Verwundung der großen Halsvene die obere Öffnung zuhielt, um die Blutung zu hemmen, die untere hingegen unbeachtet ließ, und man nach dem plötzlich erfolgten Tode Luft im Herzen fand. i) Man sieht aber auch wirklich bei Vivisectionen das Blut in den Venenstämmen bei der Diastole der Venensäcke schneller fließen und bei der Systole derselben langsamer sich bewegen, oder stocken, oder zurückgestoßen werden (Nr. 524. S. 137. 155). Dies beobachtete Spallanzani (Nr. 493. p. 135. 199) an Salamandern: das Blut floß stoßweise in das Herz; bei der Diastole des Venensackes strömte es schneller, und die Hohlvene war verengt; dasselbe sah J. Müller an der Hohlvene und den Lebervenen von Salamanderlarven (Nr. 243. 1829. S. 186). Döllinger sah bei Hühnerembryonen ebenfalls das Blut in den Venenstämmen bei der Diastole der Venensäcke schnell zuströmen und während der Systole derselben still stehen, während es nur noch in den feineren Anfängen der Venen sich vorwärts bewegte (Nr. 176. VII. S. 217); so erkannte auch v. Baer (§. 399, i) die saugende Wirkung des Herzens beim Hühnerembryo. Wedemeyer (Nr. 529. S. 48. 307) sah auch bei ausgewachsenen warmblütigen Thieren die Hohlvenen während der Diastole der Venensäcke einsinken und sich schneller entleeren, während der Systole hingegen von dem zurückprallenden Blute anschwellen; er leitet daher die Leerheit der Arterien im Leichname mit davon her, daß die Venensäcke länger leben als die Arterienkammern, und daher das Blut vor dem Tode in den Venen länger in Bewegung bleibt als in den Arterien. k) Endlich bemerkte Coudret bei dem Aderlasse an vollblütigen, muskelstarken Men=

schen bisweilen, daß das Blut aus der Vene in Sprüngen strömte, die mit dem Herzschlage von gleichem Rhythmus, aber nicht mit dem Arterienschlage, sondern mit dem folgenden Momente, also mit der Diastole des Herzens völlig isochronisch waren; die Bedingung war, daß das Herz sehr stark schlug, die Vene gespannt, von Blut strotzend, und die Wunde eng war (Nr. 580. XXXV. p. 330—340). Segalas und einige andere Ärzte bestätigten diese Erscheinung durch ihre Erfahrung (ebd. XXXVI. p. 71). Coudret leitet es von der Systole der Arterien ab, was wir nach der Betrachtung der Thätigkeitsform dieser Gefäße (§. 735.) nicht annehmen können.

§. 723. Sonach ist denn das Herz ein Druck- und Saugwerk, welches den ganzen Kreislauf zu bewerkstelligen vermag. Beide Kräfte sind an verschiedene Räume des Herzens vertheilt, damit der Kreislauf immer in derselben Richtung vor sich gehe, und wir finden hier den mechanischen Grund der Scheidung des Herzens (§. 707) in Venensäcke, welche durch ihre Diastole das Blut anziehen, und Arterienkammern, welche dasselbe durch Systole ausstoßen; denn wenn es eine ungetheilte Höhle wäre, so würde es von beiden Seiten her anziehen und nach beiden Seiten ausstoßen und daher mehr ein Schwanken als einen Kreislauf des Blutstromes bewirken. So aber unterstützen beide Kräfte einander und geben als gemeinschaftliches Resultat den Kreislauf. Der Druck, den die Arterienkammern auf das Blut in den Arterien ausüben, muß sich über dessen ganze Masse verbreiten und, da diese dem stetigen Andrange von hinten her nicht ausweichen kann, selbst die letzte Portion in den Venenstämmen zum Herzen schieben, und umgekehrt muß auch die Zugkraft ihre Wirkung über das ganze System ausdehnen, denn indem eine Portion Blut vom Herzen verschluckt wird, muß die nächste Portion in den dadurch entstandenen leeren Raum nachrücken, somit selbst einen leeren Raum bilden, und so fort, bis selbst der Arterienstamm Blut aus dem Herzen saugt. Nun ist die Systole der Arterienkammern und der Anfang der Diastole der Venensäcke gleichzeitig, das Blut also durch Druck und Zug zugleich bestimmt. Beide Momente können aber zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Räumen im ungleichen Ver-

hältnisse stehen: so pulsiren die Venen bald gleichzeitig mit den Arterien durch das Übergewicht der Stoßkraft (§. 722, c), bald abwechselnd mit ihnen durch die stärkere Zugkraft (§. 722, k); und der Stoß von den Arterien her treibt das Blut durch die Pfortader in die Leber (§. 722, b), während der von der Hohlvene aus wirkende Zug das Blut aus diesem Organe durch die Lebervenen zurückführt. Es muß uns aber genügen, die Wirksamkeit beider Kräfte und die Möglichkeit eines verschiedenen Verhältnisses derselben im Allgemeinen anzuerkennen; denn um ihre Proportionen durch den Calcul zu fixiren, müßten wir den Wechsel des Lebens hemmen, und den Einklang seiner mannichfaltigen Kräfte analysiren, so daß statt des Organismus ein mechanisches Automat übrig bliebe.

§. 724. Dieselbe Beschränkung muß Statt finden, wenn wir die mechanischen Momente des Blutlaufes erwägen. Solche Momente müssen nothwendig wirksam seyn, und wer sie leugnet, weil er den Organismus aus Äther weben will, verkennt die Herrlichkeit des Lebens, welche auch in den materiellsten Verhältnissen sich offenbart, indem es den Mechanismus, an welchem es sich verwirklicht, nicht von außen her empfängt, sondern selbst schafft. So giebt es denn Verhältnisse, welche der Kraft des Herzens Widerstand leisten, und es ist vergeblich, sie darum zu leugnen, weil das Blut einen stetigen Strom bildet, denn auch der stetige Fluß wird durch die Beschaffenheit seines Bettes bald zu schnellerer, bald zu langsamerer Bewegung bestimmt; aber es ist hier eine solche Harmonie zwischen Kraft und Hindernissen, daß das Blut in leichter Strömung seine Bahn durchläuft. Genügt diese Ansicht nicht, und will man, um exact zu seyn, diese Bewegungen und Kräfte nach Secunden, Linien und Granen bestimmen, so ist ein solches Unternehmen unausführbar und fruchtlos: unausführbar, weil nicht alle Momente, die im Leben zusammenwirken, in Rechnung gebracht werden können; und fruchtlos, weil bei dem steten Wechsel im Leben dergleichen Berechnungen keine allgemeine Wahrheit darbieten können. — Die mechanischen Momente, die wir hier zu betrachten haben, sind einerseits die bewegende Kraft des Herzens (§. 730), andererseits die ihr widerstrebenden Kräfte, nämlich das

Blut als die zu bewegende Masse (§. 729), und die Adern, oder die räumlichen Verhältnisse der Blutbahn; letztere bestehen theils im Verhältnisse der Wandungen zum Blute, Adhäsion (§. 725) und Compression (§. 726), theils in den Verhältnissen des Raumes, der Größe (§. 727) und der Richtung (§. 728) desselben.

§. 725. Die Adern sind die vom Blutstrome gebildeten Wandungen desselben, daher ihm genau entsprechend und für seine Leitung geeignet, glatt und schlüpfrig. Aber wie das Lebendige überall durch seine Productionen sich selbst Gränzen setzt, so wird auch die Ader eine Schranke, mit welcher das Blut in Conflict tritt. Beide sind einander adhäsiv verwandt; die Kraft des Herzens muß dieses Anhaften überwinden, und je größer die Aderfläche in Vergleich zur Blutmasse ist, um so mehr muß von der Kraft des Herzens zu Überwindung dieses Widerstandes verwendet, und die Geschwindigkeit des Blutlaufes vermindert werden. a) Daher ist die Strömung in der Axe einer Ader schneller als an den Wänden derselben, wie dies an der Bewegung der Blutkörner nach Haller (Nr. 152. I. p. 193), Spallanzani (Nr. 493. p. 192. 271), Sömmerring (Nr. 570. S. 128) und Wedemeyer (Nr. 529. S. 196) sichtbar ist. Daher bildet sich denn auch bei schwachem Blutlaufe bisweilen ein Gerinnsel an den Wänden, und das Blut findet nur in der Axe noch eine schmale Rinne. Wenn also auch, wie Prochaska (Nr. 416. I. p. 45) sagt, das Blut, wie der Läufer auf dem Reibsteine, den Wandungen parallel läuft, so ist dadurch die obige Ansicht nicht widerlegt. b) In den Stämmen ist die Masse des Blutes überwiegend, in den Verzweigungen die Fläche der Ader; das Verhältniß der Blutkörner, welche an der Oberfläche der Blutsäule liegen und die Aderwand berühren, zu denen, welche von dieser Berührung frei sind und mitten im Strome liegen, ist um so größer, je enger die Ader, oder je dünner die Blutsäule ist: folglich muß in den Stämmen die Adhäsion schwächer, und die Strömung stärker seyn als in den Zweigen. Die unmittelbare Beobachtung bestätigt es (§. 711, c. 712, b), und daher entstehen Aneurysmen häufiger an den Stämmen als an den Zweigen; daher rinnt das Blut aus den feineren Arterien langsamer u. s. w. c) Was vom Querdurchmesser der Adern gilt, gilt auch vom Längendurchmesser:

je länger der Blutstrom ist, je weiter er vom Herzen sich entfernt, um so mehr muß er von seiner Bewegungskraft verlieren, um so langsamer muß er also werden. Am kürzesten ist die Blutbahn in den Kranzadern des Herzens, demnächst in den Lungen; am läng=sten in den Gliedmaaßen, namentlich in den unteren: daher wird bei Abnahme der Stärke des Herzschlages der Blutlauf zuerst in den unteren Gliedmaaßen schwach, und man fühlt bei Sterbenden den Puls nicht mehr an der Hand, während er noch am Rumpfe, an den Hüften und an der Carotis fühlbar ist. Der Blutlauf in der Pfortader ist ungleich langsamer als in den Lungengefäßen (§. 716, e), weil jene Ader zwischen den langen Gekrösarterien und den Lebervenen, also in größerer Entfernung vom Herzen liegt. Besonders muß die Langsamkeit zunehmen, wo die Ader bei einer bedeutenden Länge sehr eng ist, z. B. in den Samenarterien, die hier den schneidendsten Gegensatz bilden zu den Nierenarterien. d) In den Haargefäßen, namentlich in denen, die nur eine Reihe Blutkörner führen, muß die hier als Capillarkraft bezeichnete Ad=häsion und mit ihr der Widerstand gegen das Herz am stärksten seyn. Zum Theil wegen der größeren Geräumigkeit des gesammten Haargefäßsystemes, vorzüglich aber wegen der stärkeren Adhäsion der dünneren Blutsäulen ist die Strömung in den Haargefäßen langsamer und wird durch die Systole des Herzens nicht beschleu=nigt (§. 714, A). Keil sah aus einer quer durchschnittenen Schenkelvene 6 Theile, in einem gleich langen Zeitraume aber aus einer quer durchschnittenen Schenkelarterie 15 Theile Blut ausflie=ßen und schloß hieraus, daß der Blutstrom beim Durchgange durch die Haargefäße vermöge der Adhäsion $\frac{9}{15}$ seiner Geschwindigkeit einbüße. Derselbe Widerstand der Haargefäße ist es nun, was ei=gentlich den Arterienpuls begründet. Die Arterie kann nur dann in eine äußerliche Bewegung versetzt werden, wenn das Blut auf ein Hinderniß stößt, und nicht in demselben Momente so viel in die Haargefäße ausströmen kann, als aus dem Herzen einströmt. Die Bestätigung davon finden wir schon in der Verstärkung des Pulses bei Zusammendrückung der Arterien, z. B. wenn die Gliedmaaßen stark gebogen oder hohle Organe zusammengezogen sind; die Ver=längerung der Arterien beim Herzschlage sieht man vornehmlich,

wenn sie unterbunden sind (Nr. 100. IV. S. 256). Aber auch wenn die Einströmung in die Haargefäße erschwert oder gehindert ist, wird der Puls größer und deutlicher, z. B. bei Entzündungen. Spallanzani (Nr. 493. p. 142) sah in der Lungenarterie des Salamanders erst eine Stunde nach Öffnung der Brusthöhle eine stoßweise Bewegung des Blutes; dies konnte herrühren entweder von dem zunehmenden Hindernisse in den Haargefäßen der Lungen durch den Druck der atmospärischen Luft, oder von der Abnahme der Herzkraft. Der letztere Umstand kann nämlich hier dieselbe Wirkung hervorbringen, da nach den Beobachtungen von Spallanzani (ebd. p. 160. 242) und Wedemeyer bei eintretender Schwäche der sonst stetige Blutlauf in den Haargefäßen erst remittirt, oder dem in den Arterienästen gleich, d. h. während der Diastole des Herzens langsamer wird, und bei zunehmender Schwäche intermittirt, wie in den Arterienstämmen, d. h. während der Diastole still steht.

§. 726. Das Blut und seine Ader stehen in Spannung gegen einander, wie man es im Tode nicht findet, da während des Lebens sowohl das Blut mehr expandirt ist (§. 693), als auch die Ader mehr turgescirt (§. 762); daher fühlt sich denn z. B. eine lebendige Arterie prall, gespannt, wie ein dichter, nur einem starken Drucke nachgebender Strang an, zumahl wenn sie mit Ausnahme einer Seite ganz frei liegt, wie an der inneren Seite des Kiefers beim Pferde. Das Blut strebt die Adern auszudehnen: ist sein Abfließen auf irgend eine Weise erschwert oder verhindert, und häuft es sich daher an, so erfolgt eine sichtbare und bleibende Ausdehnung der Ader, z. B. wenn man sie unterbindet (Nr. 493. p. 346), oder wenn das Blut in den Zweigen stockt (ebd. p. 350), oder wenn der Eintritt in die Haargefäße erschwert ist, wie in der Lungenarterie, wenn die Lungen eine Zeit lang bloß gelegen haben und nun weniger Blut aufnehmen (ebd. p. 362). Aber die Adern haben Federkraft, vermöge welcher sie einen Druck auf das Blut ausüben, so daß sie nach der Ausdehnung sich wieder zusammenziehen und so der vom Herzen empfangenen Bewegungskraft des Blutes das ersetzen, was sie bei der Ausdehnung der Ader verloren hat. a) Wenn eine Ader verwundet ist, so ist dieser Druck

hier aufgehoben, und der im übrigen Gefäßsysteme fortwirkende Druck muß das Blut gewaltsam nach der Wunde treiben, so daß die Bewegung in den dieser Stelle normal zuführenden Adern beschleunigt, in den abführenden aber rückgängig wird. Das Blut strömt von allen Seiten zur Wunde: es fließt aus einer durchschnittenen Arterie oder Vene, so weit es die Klappen gestatten, von beiden Seiten hervor (Nr. 493. p. 312 sq.); wird das Herz ausgeschnitten, so wird der Blutlauf in den Venen beschleunigt, und in den Arterien rückgängig (ebend. 337); aus einer geöffneten Gekrösvene fließt das Blut sowohl vom Darme, als auch von der Leber her (Nr. 152. p. 99); aus einer geöffneten Aorta fließt das Blut selbst aus den Haargefäßen zurück (Nr. 198. 1829. IV. S. 171). Nur nach und nach wird diese rückgängige Bewegung schwächer. Das Blut fließt in den nach der Wunde führenden Adern schneller zu, so daß es selbst, wenn es zuvor stockte, oder auch schon verdickt war, von Neuem in Bewegung kommt (Nr. 152. I. p. 99 sq. 213 sqq.); eben so nimmt der Blutlauf in den benachbarten Adern zu (Nr. 493. p. 373. 376); er wird nach der Öffnung einer Vene sogar in der entsprechenden Arterie stärker (Nr. 152. I. p. 114. 217); ja es wird durch eine solche Blutung der träge Kreislauf rascher, und der stockende belebt, so daß z. B. alte, steife Pferde nach dem tödtlichen Stiche in die Halsadern munter, aufgeregt, wie neu belebt werden und rasche, heftige Bewegungen machen. So kann eine solche künstliche Blutung bald zur Ableitung dienen, wie der Aderlaß am Arme gegen die Blutung der Lungen, oder die Blutegel an der Haut gegen die Entzündung innerer Organe; bald zur Zuleitung, wie zur Herstellung unterdrückter heilsamer Blutungen; bald endlich zu allgemeiner Belebung, wie bei der Asphyxie. b) Wo die Federkraft abnimmt, drängt sich mehr Blut herbei, dehnt die Ader aus, fließt langsamer oder stockt. Die Gekrösarterie, von welcher Haller (Nr. 152. I. p. 85) die zellgewebige Scheide weggenommen hatte, schwoll zu einem aneurysmatischen Sacke an, aus dem das Blut nicht mehr abfloß, sondern schwankte. Solche Erweiterungen und Stockungen entstehen bei verschiedenen Formen der Atonie, beim Scorbut, bei chronischen Entzündungen und schwammigen Geschwüren,

in den Lungen nach langwierigem Krankenlager, nach Entzündungen, nach Durchschneidung der Lungennerven u. s. w. c) Die Venen haben schwächere, nachgiebigere und weniger leicht zu zerreißende Wandungen, wie sie denn bei Blutaderknoten bisweilen drei- bis fünfmahl weiter sind als im Normalzustande. Daher ist der Blutlauf in ihnen langsamer als in den derberen Arterien, und da das Blut in letzteren einem stärkeren Drucke ausgesetzt ist, so muß auch sein Übergang in die Venen dadurch unterstützt werden. d) In derselben Progression, als die Stämme sich verzweigen, wird die Wandung immer dünner, also auch der Druck geringer, und der Blutlauf langsamer. Die relative Dicke der Wandung oder das Verhältniß derselben zum Lumen der Ader kann in den Zweigen stärker seyn als in den Stämmen, ohne jenes Verhältniß zu stören: denn wenn das Blut eine ununterbrochene Säule bildet, welche an allen Puncten ihrer Oberfläche einen gleichförmigen Druck auf die Wandung ausübt, so kommt es auch nur auf die absolute Stärke der diesem Drucke entgegenwirkenden Wandung an. e) Wenn man bei einem lebenden Thiere eine Arterie öffnet und an das dem Herzen zugewendete Stück eine senkrecht stehende Röhre befestigt, so tritt das Blut, indem es dem Drucke, dem es innerhalb des Arteriensystemes unterworfen ist, ausweicht, in die Röhre und steigt darin so hoch, bis das Gewicht seiner darin befindlichen Säule gleich ist dem Drucke innerhalb der Arterien; dieser aber muß sich überall gleich seyn, und so fand denn auch Poiseuille, daß das Blut in der Röhre gleich hoch stieg, an welcher Arterie er immer diese angebracht hatte (Nr. 245. VI. p. 70). Auf diese Weise suchte Hales (Nr. 484. S. 9 fgg.) den Druck zu messen, welchen das Blut im Arteriensysteme erleidet. Er fand, daß das Blut aus der Arterie von einem Pferde 8 bis 9½ Fuß, von einem Hammel 6½ Fuß, von einem Dammhirsche über 4 Fuß, von einem Hunde im Durchschnitte 4½ Fuß hoch in der Röhre stieg; mit jedem Herzschlage stieg das Blut höher, und zwar beim Pferde um 1 bis 3 Zoll. Dagegen stieg das Blut aus der Halsvene beim Pferde 12 Zoll, beim Hammel 5½ Zoll, beim Hunde 4 bis 7 Zoll: der Druck des Venensystemes verhielt sich also zu dem des Arteriensystemes ungefähr wie 1 : 10. Diese Differenz rührt zum

Theil davon her, daß das Arterienblut in den Haargefäßen einen größeren, das Venenblut im Herzen einen geringeren Widerstand seiner Strömung findet: wurde der Eintritt des Venenblutes in das Herz durch Bewegungen des Thieres oder durch andere Umstände erschwert, so stieg es höher in der Röhre, und wurde dieser Eintritt durch Unterbindung völlig verhindert, so stieg es beinahe eben so hoch als das Arterienblut. — Poiseuille bediente sich zu ähnlichen Messungen einer eigenen Vorrichtung (Hämodynamometer), bei welcher das Blut mit kohlensaurem Natrum in Berührung gesetzt wurde, um seine Gerinnung zu verhüten, und wobei es auf eine Quecksilbersäule nach oben drückte: so fand er denn, daß das Arterienblut bei Hunden einer 151 Millimeter hohen Quecksilbersäule (= einer Wassersäule von 6½ Fuß), bei Pferden einer 159 (= einer Wassersäule von 6 Fuß 8 Zoll), und bei Rindern einer 161 Millimeter hohen Quecksilbersäule (= einer 6 Fuß 9 Zoll hohen Wassersäule) das Gleichgewicht hielt. — f) Die verschiedenen Organe stehen unter einander in einer mechanischen Spannung, und so werden denn die Adern, vorzüglich die Venen, von den benachbarten Gebilden gedrückt, und der Blutlauf findet darin eine Unterstützung: daher wird nach Öffnung der Bauchhöhle der Blutlauf in den Venen des Unterleibes merklich schwächer (Nr. 103. I. 2. Abthlg. S. 200), namentlich schwellen die Gekrösvenen sichtbar an und werden varikös (Nr. 152. I. p. 89. 232). Daher kann denn auch ein auf die Haut angebrachter Druck den Blutlauf verstärken: wenn derselbe durch Atonie der Haut verlangsamt ist, so wird er durch Binden beschleunigt, und eine solche Einwickelung zeigt sich daher bei schlaffen Geschwüren und bei Blutaderknoten heilsam. Bei der Quetschung sind die Theile erschlafft, und das Blut häuft sich in ihnen so lange an, bis durch seine Masse das Gleichgewicht der Spannung gegen den Druck im übrigen Gefäßsysteme hergestellt ist; drückt man aber die gequetschte Stelle auf frischer That stark und anhaltend, so wird dadurch die Anhäufung des Blutes und die damit verbundene Anschwellung verhütet. f) Die Bewegung der Organe, namentlich des Darmcanales und der Lungen, oder der willkührlichen Muskeln (vergl. §. 773), wie der Bauchmuskeln und des Zwerchfelles, muß den Druck auf die Venen

und somit den Blutlauf in ihnen verstärken: die Hautvenen scheinen eben darum stärkere Wandungen als die tiefer liegenden Venen zu haben, weil sie weniger unter dem Einflusse der Muskelbewegung stehen; aber sie sind demselben nicht ganz entzogen, und daher strömt z. B. beim Aderlasse am Arme das Blut in einem stärkeren Strome aus, wenn man die Hand bewegt, oder einen Stock festhält, indem dabei die Muskeln des Unterarmes abwechselnd oder anhaltend zusammengezogen werden. — Die Arterien können durch ihre Pulsation von außen her schwerlich auf die Venen wirken, da nur ihre Stämme und größeren Äste sich bewegen und nicht so dicht an den Venen anliegen; in einer Gekrösvene, die über eine Arterie wegging, konnte Spallanzani (Nr. 493. p. 150) keine Veränderung des Blutlaufes durch den Arterienschlag bemerken. g) Der Druck der Atmosphäre, welcher auf die 15 bis 16 Quadratfuß betragende Oberfläche des menschlichen Körpers in einer Höhe von 200 Fuß über der Meeresfläche einem Gewichte von 30,000 bis 36,000 Pfund gleich ist, erhält überhaupt die mechanischen Verhältnisse des Organismus in ihrer Normalität und befördert namentlich auch den Kreislauf, indem er den Andrang des Blutes nach der Oberfläche beschränkt: wenn man einen Theil durch Aufsetzen eines trockenen Schröpfkopfes von diesem Drucke befreit, so schwillt er an und wird roth und von Blute strotzend. Wie sehr durch die Entfernung des Luftdruckes die Bewegung des Blutes gegen das Herz und der Säfte überhaupt von der äußeren Oberfläche nach innen beschränkt wird, geht aus Barrys Entdeckung hervor, daß in eine Wunde gebrachte Gifte durch aufgesetzte Schröpfköpfe unschädlich gemacht werden (Nr. 423. IX. p. 131), wie Kupfer (Nr. 531.) durch zahlreiche Versuche bestätigt hat. In der leichten Luft auf sehr hohen Bergen hat man bisweilen verschiedene Zufälle von Congestion nach einzelnen Organen beobachtet; Roulins Beobachtungen (Nr. 216. VI. p. 1—13) gaben zwar kein bestimmtes Resultat über die Zunahme der Frequenz des Pulses in größeren Höhen; nach Parrot aber stieg diese Frequenz, die in der Höhe der Meeresfläche 70 in der Minute betrug, bei 1000 Metres darüber auf 75, bei 1500 auf 82, bei 2000 auf 90, bei 2500 auf 95, bei 3000 auf

100, bei 3500 auf 105, und bei 4000 auf 110 (Nr. 196. X. S. 216).

§. 727. Die Zeit, in welcher das Blut seinen Umlauf macht, steht in umgekehrtem Verhältnisse zu dem Raume, den es zu durchlaufen hat, und so steht auch die Geräumigkeit der Blutgefäße in umgekehrtem Verhältnisse zur Geschwindigkeit des Blutlaufes. a) In einem Aneurysma ist der Blutlauf langsam, und ist es sehr groß, so pulsirt es beinahe gar nicht und treibt so wenig Blut aus, daß der Puls darunter schwach und klein, das ganze Glied aber bleich, kalt, welk und schwach wird. Bei Vivisectionen fanden Haller (Nr. 152. I. p. 88. 194), Spallanzani (Nr. 493. p. 144) und Wedemeyer (Nr. 529. S. 198) häufig erweiterte Stellen der Gefäße, in welchen das Blut langsam floß, worauf es, sobald es wieder in engere Gefäße gelangte, wieder seine vorige Schnelligkeit annahm. Eben so sah Spallanzani (a. a. O. p. 155. 258) in jeder zufällig verengerten Stelle einer Ader den Blutlauf schneller vor sich gehen als darüber und darunter; bei einem Aderlasse verengert die um das Glied gelegte Binde die Hautvenen, und aus der darunter liegenden Vene strömt nun das Blut in einem Strahle durch die Wunde, während es ohne Binde nur rieselt; wenn Wedemeyer (a. a. O. S. 208) durch einen Druck mehrere Haargefäße entleerte, so wurde der Blutlauf in anderen durch diese Beschränkung des Flußgebietes desto schneller. Bichat (Nr. 559. p. 205 sqq.) bewies durch seine Versuche, daß der Blutlauf in hohlen Organen durch deren Ausdehnung nicht befördert werde; aber dieser Zustand scheint selbst eine Verlangsamung zu bewirken, wenigstens beobachtete Spallanzani (a. a. O. p. 200), daß das Blut in den an den Wänden von Arterien befindlichen Venen während der Ausdehnung der Arterien stockte und während ihrer Zusammenziehung schnell floß. b) Die Venen sind theils zahlreicher als die Arterien, besonders in allen Organen des animalen Lebens (Gehirn und Rückenmark, Schädel und Wirbelsäule, Gliedmaaßen und Haut) und in den Eingeweiden des Beckens (Mastdarm, Zeugungs- und Harnorganen), theils von einem größeren Durchmesser. Selbst in den Haargefäßen, wo beide Systeme unmittelbar mit einander zusammenhängen, zeigt sich diese

Verschiedenheit: Döllinger (Nr. 176. VII. S. 199) fand die feinsten arteriellen Strömungen sparsamer, schmäler, schärfer begränzt, mehr baumartig, die venellen hingegen zahlreicher, breiter, weniger scharf begränzt und mehr netzförmig verbunden. Das Verhältniß der Capacität beider Systeme näher zu bestimmen, ist schwierig, da dieselbe während des Lebens sich bedeutend ändert und so auch nach Maaßgabe der Todesart verschieden, z. B. nach einer Apoplexie größer, nach Verblutung kleiner gefunden wird; da ferner die Arterien nach dem Tode sich mehr verengern, und die Venen durch Injectionen mehr ausgedehnt werden, als sie im Leben und im Normalzustande sind, wo man sie gewöhnlich mehr schlaff als strotzend findet. Wenn man daher das Verhältniß des arteriösen zum venösen Systeme in Hinsicht auf Geräumigkeit wie 1 : 4, oder wie 1 : 2,25 (4 : 9), oder wie 1 : 1,66 (3 : 5) angegeben hat: so sind dies nur ungefähre Schätzungen, von denen die letztere der Wahrheit am nächsten zu kommen scheint. Da nun jede Flüssigkeit, in einen kleineren Raum eingeengt, schneller fließt, als wo sie in einem größeren Raume sich ausbreiten kann, so läßt sich auch in den Arterien eine schnellere Strömung voraussetzen als in den Venen, und die gemeine Erfahrung, daß das Blut aus einer Venenwunde schwächer, langsamer fließt als aus einer Arterienwunde, bestätigt diese Annahme. Aber auch die unmittelbare Beobachtung des Blutlaufes in den Adern spricht dafür: Haller (Nr. 152. I. p. 82. 83. 91 sq. 98) sah gewöhnlich das Blut in den Venen langsamer, ja selbst (ebd. p. 206) zwei- oder dreimahl langsamer fließen als in den Arterien, und nur zuweilen kamen ihm Fälle vor, wo die Geschwindigkeit gleich war. Letzteres nimmt zwar Spallanzani (Nr. 493. p. 268) als die Regel an, allein an einem anderen Orte (ebd. p. 190) beschränkt er diese Gleichheit auf die Adern von mittlerer Stärke und (ebd. p. 163) sagt, in den feinsten Venen sey die Strömung eben so schnell als in den feinsten Arterien, aber in den Venenästen langsamer als in entsprechenden Arterien. Die Ungleichheit beider Strömungen wird auch durch Döllingers (a. a. O. S. 211) und Wedemeyers (Nr. 529. S. 198) Beobachtungen bestätigt; Ersterer bemerkte an solchen Stellen einer Vene, wo sich eine Arterie einmündet, eine

schnellere Bewegung, und Letzterer (a. a. O. S. 214) sah nur bei Schwäche des Herzschlages, und besonders in der Agonie, bisweilen einen schnelleren Blutlauf in den Venen als in den Arterien. Die Richtigkeit älterer Angaben, nach welchen das Blut in der Minute in den Venen 66, in den Arterien 144 Fuß weit fließe, kann ebenfalls nur als eine ungefähre Schätzung gelten. — Übrigens erkennen wir auch am Herzen (§. 707, g), daß Capacität und Propulsionskraft in umgekehrtem Verhältniß zu einander stehen: die Lungenarterienkammer hat eine kürzere Blutsäule zu bewegen, bedarf also auch einer geringeren Propulsionskraft, und hat dagegen eine größere Capacität als die Aortenkammer; ist aber diese krankhaft erweitert, so treibt sie das Blut nicht mit gehöriger Energie aus, und es entsteht daher Überfüllung in den Lungen und Athmungsbeschwerde (Nr. 419. I. p. 338). — c) Alle Arterien theilen oder verzweigen sich, einige mehr, andere weniger; im Allgemeinen nimmt man an, daß sie ungefähr 20 mahl sich in Zweige spalten. Die Zweige haben nun zusammen genommen eine größere Capacität als der Stamm, und somit stellt das Arteriensystem einen Kegel dar, dessen Spitze am Herzen, und dessen Basis an der Peripherie ist. Zwar ist dieser Unterschied nicht wirklich so groß, als er bei Vergleichung der Durchmesser erscheint, da sich die Weite von Cylindern nur nach dem Quadrate ihrer Durchmesser vergleichen läßt: allein er bleibt auch bei dieser Beurtheilung bedeutend genug, um auf die Geschwindigkeit des Blutlaufes einwirken zu können: so fand z. B. Wedemeyer den Umfang der Schenkelarterie = 12, und den der beiden Zweige, in welche sie sich spaltet, = 18, so daß das Verhältniß des Astes zu den Zweigen nach den Durchmessern wie 12 : 18 = 1 : 1,50, nach den Quadraten der Durchmesser aber, also nach der wirklichen Capacität wie 144 : 162 = 1 : 1,12 war. Da nun in den Verzweigungen ein größerer Raum ist, so muß auch das Blut in ihnen langsamer fließen als in den Stämmen (§. 711, c). Hales (Nr. 484. S. 45) brachte in die Aorta eines todten Hundes eine Röhre, die er mit einer Quantität Wasser füllte, deren Druck so stark war, als der Druck des vom Herzen ausströmenden Blutes nach seiner Berechnung betrug; schnitt er nun den Darm längs

seines gewölbten Randes auf, so floß 342 Cubiczoll Wasser aus den so geöffneten letzten Arterienzweigen in 400 Secunden; durchschnitt er das Gekröse am Darme, so floß dieselbe Quantität Wasser binnen 140 Secunden aus den Ästen der Gekrösarterien, und noch schneller war der Ausfluß aus den Ästen bei ihrem Eintritte ins Gekröse. — Das Venensystem zeigt ähnliche Verhältnisse der Capacität, und so ist auch hier der Blutlauf in den Wurzeln am langsamsten, und in den Stämmen am schnellsten, wie namentlich Haller (a. a. O. p. 98. 206), Spallanzani (a. a. O. p. 163. 258) und Döllinger (a. a. O. S. 210) erkannten. Wo ein veneller Strom durch seitlichen Zufluß aus einem Zweige verstärkt, und dadurch die Vene mehr gefüllt wird, nimmt die Geschwindigkeit zu, und diese bleibt sich nur gleich, wo in einer Strecke die Vene denselben Durchmesser behält und keine Wurzeln aufnimmt (Nr. 493. p. 258). Nach Spallanzani ist der Blutlauf in den Wurzeln dreimahl langsamer als in den Stämmen. Indessen wurden auch von dieser Regel hin und wieder Ausnahmen beobachtet, z. B. wenn Blut durch die Systole der Venensäcke aus dem Herzen in die Venenstämme zurückgeworfen wurde. d) Das Aufhören der Pulsation in den feineren Verzweigungen der Arterien hat man abgeleitet von der Abnahme der Kraft, mit welcher das Blut vom Herzen aus in Bewegung gesetzt worden ist: allein wir haben (§. 714, d) gesehen, daß die Strömung in den Haargefäßen gerade bei Schwäche des Herzschlages pulsirend wird. Der Puls erschien uns vielmehr (§. 725, d) als die Wirkung von Hindernissen, gegen welche die Herzkraft anstrebt; nun bieten die Haargefäße einerseits einen größeren Raum dar, und andererseits bleibt sich ihr Durchmesser in ihrem Verlaufe im Ganzen genommen gleich: folglich findet das Blut, wenn es einmahl in die Haargefäße gedrungen ist, hier wenig Widerstand und fließt gleichförmig. Daher pulsirt die Aorta der Fische nicht, weil ihr Blut zuvor durch die Haargefäße der Kiemen gegangen ist; so wie nach Barkow (Nr. 243. 1830. S. 16) beim Schafe die Zweige der Hirncarotis nicht pulsiren, weil ihr Blut durch das Wundernetz gegangen ist, während sie beim Kaninchen, wo das Wundernetz fehlt, pulsiren. e) Viele Adern behalten in ihrem Verlaufe denselben Durch-

messer, namentlich Arterien in Strecken, wo sie keine Zweige abgeben, viele Venen aber auch bei Verzweigungen. Wo ein Stamm mehrere Zweige abgiebt, engt er sich gewöhnlich etwas zu, so daß das wie ein Keil wirkende Blut schneller sich bewegt; mehrere Arterien aber, z. B. die Carotis, die Vertebralis, coronaria labiorum, mammaria interna, Splenica und Spermatica, werden, wo sie eine Strecke verlaufen, ohne bedeutende Zweige abzugeben, gegen die Peripherie zu etwas weiter und verlangsamen dadurch den Blutlauf (Nr. 97. I. S. 165).

§. 728. Was die Richtung betrifft, so würde das Blut, a) wenn es in einzelnen Wellen flösse, in jeder Krümmung einer Ader an die gegenüberstehende Wand anprallen, und dadurch die Geschwindigkeit seiner Bewegung vermindert werden; insofern es aber eine ungetheilte Säule bildet, die an allen Puncten ihrer Oberfläche einen gleichförmigen Druck ausübt, kann die Krümmung der Ader eine solche Wirkung nicht haben. Und so hat man es auch bei der Beobachtung gefunden: wenn Haller (Nr. 152. I. p. 194) eine Gekrösarterie zusammenlegte und in spitzen Winkeln umbog, oder wenn sie Spallanzani (Nr. 493. p. 156 sq.) durch Zusammenfaltung des Gekröses mehrmals bog, so wurde der Blutlauf darum nicht langsamer. Wiewohl nun aber eine merkliche Verlangsamung hier nicht Statt findet, so ist es doch auf der anderen Seite zu weit gegangen, sie bei der stoßweise verstärkten Strömung völlig zu leugnen, da auch der Fluß trotz seiner Stetigkeit bei Krümmungen an das gegenüberstehende Ufer anprallt. Denn zuvörderst muß durch die Streckung und seitliche Bewegung einer gebogenen Arterie (§. 710, a) die Kraft vermindert werden, und sodann wissen wir, daß die Strömung nicht immer, und nicht an allen Stellen ganz ununterbrochen ist (§. 705). Manche Thatsachen lassen sich aber auch nicht anders als durch ein solches Anprallen erklären: daß an der gewölbten Seite einer Krümmung die Arterienwand immer stärker ist, deutet auf einen bedeutenderen Andrang gegen diese Seite hin; und daß bei heftigen Congestionen nach dem Kopfe dieser bisweilen bei jedem Pulsschlage sichtbar bewegt wird, wie Haller (Nr. 95. IV. p. 118) dies an sich selbst erfuhr, rührt offenbar davon her, daß die Carotis beim Eintritte

in ihren Canal scheitelrecht gegen das Felsenbein aufsteigt und dann sich umbeugt. — Übrigens will auch Wedemeyer gesehen haben, daß in großen Gekrösarterien, welche mehrfache Krümmungen machten, das Blut langsamer und stoßweise floß (Nr. 243. 1828. S. 351). b) Eben so verhält es sich mit den Theilungswinkeln: insofern das Blut eine ununterbrochene Säule darstellt, muß es in einem Zweige, der vom Stamme in rechtem oder auch in stumpfem Winkel abgeht, eben so schnell fließen als in einem solchen, der in spitzem Winkel, also von der früheren Richtung am wenigsten abweicht; und so haben denn auch Haller (Nr. 152. I. p. 88. 208), Spallanzani (Nr. 493. p. 145) und Döllinger (Nr. 176. VII. S. 223) keinen Einfluß der Art der Theilungswinkel auf die Geschwindigkeit der Blutbewegung beobachtet. Indessen scheint dies nur vom Blutlaufe im Ganzen und in seinen bemerklichen Erscheinungen zu gelten. Haller (a. a. O. p. 193) bemerkte bisweilen einen schwächeren Blutlauf in Zweigen, die in größerem Winkel abgingen; Spallanzani (a. a. O. p. 161) sah mehrmahls die Blutkörner an die Ecke einer sich theilenden Ader anstoßen und sich einige Mal umdrehen, ehe sie weiter flossen; und Döllinger (a. a. O. S. 223) beobachtete, daß in einem in stumpfem Winkel abgegangenen Venenzweige das Blut langsamer floß, so lange es in dieser Richtung, also gegen die Peripherie hin, sich bewegte, und erst da, wo der Zweig wieder die Richtung seines Stammes annahm, schneller floß.

§. 729. Was das Blut betrifft, so muß a) seine Quantität dem Widerstande, den es dem Herzen entgegensetzt, gleich seyn. Allein das Herz bedarf eines gewissen Grades von Widerstand und wirkt nur unter dieser Bedingung mit gehöriger Kraft: daher sieht man nach einer starken Blutung das Herz nur schwach sich bewegen und den Blutlauf in den Haargefäßen stocken. Nur wenn die Masse übermäßig groß ist, wird der Blutlauf erschwert. b) Die Qualität des Blutes hat unstreitig auch Einfluß. Sehr dickes Blut fließt nur langsam aus der geöffneten Ader; Gruithuisen (Nr. 161. S. 90 fg.) sah in einem kleinen Arterienzweige einen Pfropf von verdicktem Blute, der sich kaum merklich vorwärts bewegte, endlich an der Theilungsstelle des Zweiges in zwei

Haargefäße beinahe zehn Minuten stockte, bis er bei einer Bewegung des Thieres in zwei Theile sich trennte, welche langsam durch die beiden Haargefäße in die Venen übergingen. Allein ein sehr dünnes, an Cruor armes Blut bewegt sich auch langsam, weil es das Herz nicht genug reizt, und dieses daher träge und matt schlägt. c) Die Schwere des Blutes wird durch die Kraft des Herzens überwunden, indem die Systole das Blut in der aufsteigenden Aorta heraufstößt, und die Diastole das in der unteren Hohlvene heraufzieht. Das Herz ist aber so mächtig, daß man im Normalzustande die Wirkung der Schwere gar nicht spürt, und diese nur in dem Verhältnisse deutlicher wird, in welchem die Kraft des Herzens abnimmt (Nr. 535. p. 22), wie dies Haller (Nr. 152. I. p. 118) und Spallanzani (Nr. 493. p. 302) bei Thieren fanden. In solchen Fällen sah denn Haller (a. a. O. p. 115), daß, wenn er das Gekröse senkrecht und den Darm oben hielt, das Blut in den Venen schneller floß, und die Arterien blutleer wurden, bei Wiederherstellung der natürlichen Lage der Blutlauf wieder gleichförmig wurde, und bei senkrechter Stellung des Gekröses, den Darm nach unten, das Blut in den Venen stockte; daß ferner (ebd. p. 119) in Arterien stockendes Blut durch die Schwere wieder in Bewegung gesetzt wurde; wenn Piorry einem Hunde die Halsvene geöffnet hatte, und das Blut nach einiger Zeit zu fließen aufhörte, so floß es wieder, wenn er den Hinterleib höher hielt, und es trat Verblutung ein, die bei immer hoch gehaltenem Kopfe nicht erfolgte (Nr. 423. XII. p. 527 sqq.). Wenn also in den größeren Gefäßen die Kraft des Herzens der Schwere entgegen wirkt, so leistet in den Haargefäßen die Adhäsion an den Wänden oder die sogenannte Capillarkraft dasselbe: bei Salamandern, die durch Elektricität getödtet waren, so daß das Blut nicht sogleich gerann, sah Spallanzani (a. a. O. p. 302. 372) dasselbe in den Stämmen schnell, in den Ästen langsamer und in den feinen Zweigen fast gar nicht nach unten sich senken. Vermöge des Kreislaufes wird der Verlust, den die Kraft des Herzens durch die Schwere erleidet, von der anderen Seite wieder durch diese ersetzt: ist das Blut gegen das Gesetz der Schwere aufgestiegen, so wird seine Rückkehr durch die Schwere unterstützt und umgekehrt. Nun

finden wir in den verschiedenen Organen solche Verhältnisse von Herzkraft und Schwere, welche ihrer normalen Lage entsprechen. Am deutlichsten ist dies am Kopfe: die Stoßkraft des Herzens wirkt hier so stark, daß die Congestionen daselbst viel häufiger als in den unteren Theilen des Körpers vorkommen; aber die Zugkraft ist schwächer, weil sie innerhalb des Schädels nicht durch den Druck der Atmosphäre (§. 726, g) unterstützt wird, und bedarf daher der Beihülfe der Schwere. Daher kann es der Äquilibrist zwar durch Übung dahin bringen, eine Zeit lang auf dem Kopfe zu stehen, allein für immer zeigt sich die Erschwerung der Rückkehr des Blutes in der Anschwellung und blaurothen Färbung des Gesichtes. Die Stellung des Kopfes hat daher bestimmte Wirkungen, welche von dem Lebensverhältnisse des Blutes zum Gehirne abhängen. Vollblütige bekommen vom Bücken Schwindel und, wenn sie es lange fortsetzen, Kopfschmerz; bei Gefahr der Apoplexie und allen Congestionen nach dem Kopfe ist eine horizontale Lage schädlich. Beim Aderlasse wird man im Sitzen viel leichter ohnmächtig als im Liegen, und man hebt die Ohnmacht, wenn man den Sitzenden legt, so daß der Kopf niedriger liegt als der Rumpf. Wenn bei Verblutung eines Hundes aus der Halsvene das Athmen röchelnd geworden, der Herzschlag nicht mehr fühlbar, und das animale Leben aufgehoben war, und Piorry (a. a. O.) dann den Hinterleib zu oberst hielt, so daß das Blut durch seine Schwere zum Gehirne, so wie zu den Lungen und dem Herzen strömen mußte, so wurde Herzschlag und Athmen wieder freier, und es traten wieder willkührliche Bewegungen am Kopfe und an den Vorderbeinen ein; hielt er diese Theile wieder in die Höhe, so war auch das Leben in ihnen wieder erloschen. Dieffenbach bediente sich dieses Kunstgriffes, um die Wirkung der Transfusion zu Wiederbelebung verbluteter Thiere zu unterstützen. — In den oberen Gliedmaaßen ist der Blutlauf, besonders bei schräger, der horizontalen sich nähernden Haltung und Bewegung normal: läßt man die Arme lange Zeit senkrecht und unthätig herabhängen, so werden die Hände roth, und ihre Venen strotzend; sie werden dagegen bleich und blutleer, wenn man die Arme scheitelrecht emporstreckt. In den unteren Gliedmaaßen ist wegen der Entfernung vom Her-

zen (§. 725, c) die Stoßkraft schwächer, und der Blutlauf in den Arterien wird durch Schwere unterstützt; dagegen ist die Zugkraft stärker, da ihr der Druck der Atmosphäre auf eine bedeutende Fläche der Haut zu Statten kommt, und die Venen führen ihr Blut gegen das Gesetz der Schwere. Eine horizontale Lage der Beine vermindert den Andrang des Blutes zu denselben und wird so zur Heilung von Geschwüren nothwendig; bei zu langem Stehen aber ohne wechselnde Bewegung wird auch die Rückkehr des Blutes durch die Venen erschwert, und zu Blutaderknoten, serösen Anschwellungen u. s. w. Anlaß gegeben, jedoch vornehmlich nur, wenn zugleich eine allgemeine Schlaffheit Statt findet. — Die Lage auf der einen Seite scheint wohl nur bei Schwäche des Blutlaufes eine merkliche Anhäufung des Blutes daselbst verursachen zu können. So läßt es sich erklären, wenn nach Bourdon (Nr. 535. p. 7 sqq.) die Lunge beim Sterben auf der Seite mit Blut sich überfüllt, auf welcher der Mensch liegt, oder wenn nach anhaltendem Liegen auf einer Seite bei schweren Entzündungskrankheiten die Haut der Brust auf derselben Seite dicker wird. Etwas unsicherer ist es, das häufigere Vorkommen der chronischen Augenentzündung, des Nasenblutens, der Blutergießungen im Gehirne, der Pneumonie, sowie der Anheftung und Hepatisirung der Lungen u. s. w. auf der rechten Seite mit diesem Schriftsteller davon abzuleiten, daß die meisten Menschen im Schlafe auf der rechten Seite zu liegen pflegen; denn da man nicht nur manche Arterien, z. B. Carotiden und Wirbelarterien, sondern auch manche Nervenstämme, z. B. den Lungenmagennerven, oft auf der rechten Seite stärker findet als auf der linken (Nr. 464. III. S. 364), diese Ungleichheit aber schwerlich im Schlafe entstanden ist, so scheinen allgemeinere Bildungsverhältnisse mit zu wirken. Bourdon (a. a. O. p. 2 sqq.) bemerkte indeß, daß bei seitlicher Lage des Kopfes das Nasenloch derselben Seite verstopft wurde, und leitete es von Stockung des Blutes ab, da dasselbe erfolgte, wenn auch die Nase ganz rein war, und bloß die Schläfe auf den ausgespreizten Fingern ruhte; wenigstens ist dies nicht bei allen Menschen der Fall. d) Die verschiedenen Blutströme wirken bei ihrem Zusammentreffen vermöge ihrer Richtung auf einander, so wie man dies bei zusammenfließenden Wasserströmen beobachtet.

Treffen zwei gleich starke Blutströme zusammen, so kämpfen sie gegen einander und gewinnen abwechselnd das Übergewicht: wo zwei venelle Haargefäße mit einzelnen Reihen von Blutkörnern sich in ein drittes vereinigen, welches auch nur eine Reihe Blutkörner faßt, so empfängt dieses dieselben, wie Spallanzani (Nr. 493. p. 177) beobachtete, bald aus dem einen, bald aus dem anderen der zusammenmündenden Gefäße, indem die Blutkörner derselben nahe an der Mündung stehen bleiben, bis sie einschlüpfen können; eben so sah Döllinger (Nr. 176. VII. S. 225), wo zwei parallele arteriöse Strömungen durch eine quere Anastomose verbunden waren, in dieser die einander entgegenkommenden Blutkörner sich aufhalten und gegen einander balanciren, bis eines nachgiebt, zurückkehrt, und das andere, treibende, ihm folgt. Sind die beiden Ströme von ungleicher Stärke, so werden die Blutkörner des schwächeren Stromes durch den stärkeren, der bei ihnen vorüber geht, öfters eine Zeit lang gehindert, einzutreten, oder auch selbst zurückgedrängt (ebd. S. 213), wenn sie aber einmahl eingetreten sind, und bisweilen auch schon früher, in schnellerem Laufe angezogen, wie denn auch in Verbindungszweigen von Venen das Blut in der Nähe des Stromes, zu welchem es geht, schneller fließt als in der Nähe dessen, von welchem es kommt (ebd. S. 212). Wedemeyer (Nr. 529. S. 210) beobachtete dieselben Erscheinungen.

§. 730. Die Kraft des Herzens läßt sich a) nach der Masse desselben, in Vergleich zur gesammten Körpermasse schätzen. Allein bei den Individuen einer Thiergattung wechselt das absolute Gewicht des Herzens bedeutend, wie es denn z. B. Poiseuille bei Hunden bald von 3, bald von 6 Unzen, bei Rindern bald von 3, bald von 6 Pfunden fand (Nr. 245. VI. p. 84); und eben so variirt das relative Gewicht, wie denn z. B. Legallois (Nr. 419. I. p. 331 sqq.) bei erwachsenen Kaninchen sein Verhältniß zum Körper bald wie 1 : 247, bald wie 1 : 455 fand; außerdem ändert sich dasselbe im Lebensalter (§. 534, a). So sind denn die vergleichenden Angaben sehr verschieden: das Verhältniß des Herzens zum Körper ist in Hinsicht des Gewichtes nach Treviranus (Nr. 568. I. S. 225) bei Mammalien wie 1 : 80 bis 160, bei Vögeln wie 1 : 50 bis 123, bei Amphibien wie 1 : 246

bis 276, bei Fischen wie 1 : 350 bis 768; nach Robinson bei Vögeln wie 1 : 168, bei Rindern wie 1 : 263, bei Fischen wie 1 : 1360 (Nr. 152. I. p. 231); nach Carus (Nr. 113. S. 590. 594) beim Menschen wie 1 : 160, beim Frosche wie 1 : 246, bei der Ringelnatter wie 1 : 276, bei Fischen wie 1 : 350 bis 760; nach Legallois (a. a. O.) ist es im Durchschnitte bei Hunden wie 1 : 183, bei Kaninchen wie 1 : 346; beim Walfische ist es nach Scoresby wie 1 : 175; bei der Seeschildkröte nach Wrisberg wie 1 : 215. M. J. Weber fand das Verhältniß bei einem menschlichen Leichname wie 1 : 150 (Nr. 569. III. S. 125). Nach Laennec (Nr. 505. II. S. 436) hat das Herz bei Menschen dann seine normale Größe, wenn es dem Volumen der Faust desselben Individuums ungefähr gleicht. b) Die Höhe, zu welcher das aus einer durchschnittenen Arterie spritzende Blut sich erhebt, ist nach dem Durchmesser der Arterie und nach dem momentanen Zustande des Blutlaufes sehr verschieden: beim Menschen spritzt es aus einer feinen Arterie bisweilen 3 bis 4 Fuß hoch (Nr. 497. p. 3); Haller (Nr. 152. I. p. 72) sah es aus einem kleinen Zweige der Brustarterie oder der Gekrösarterie bei Hunden und Schafen 6 Fuß, bisweilen nur halb so hoch steigen; aus der Schenkelarterie eines Pferdes stieg es nach Hales (Nr. 484. S. 11) nur 2 Fuß, dagegen spritzte es aus der Carotis eines Schafes nach F. Hufeland 8 Fuß weit (Nr. 528. S. 20); Nasse sah es bei einem Hunde aus der Carotis 6 Fuß, aus der Schenkelarterie 2½ Fuß hoch spritzen. c) Um die Kraft des Herzens richtig zu beurtheilen, müßte man die Menge und das Gewicht des Blutes, die Geschwindigkeit seines Laufes, die Größe seiner Bahn und die Unterstützung, so wie den Widerstand von Seiten der Adern kennen; und da der Stoß des Herzens nicht auf ruhendes, sondern durch die früheren Herzschläge schon in Bewegung begriffenes Blut wirkt, also nur so viel Bewegungskraft zu ersetzen hat, als während der letzten Diastole verwendet ist, so müßte auch dies in Anschlag gebracht werden. Da nun alle diese Verhältnisse sich nicht genau ermitteln lassen, so sind, wie schon Haller (Nr. 95. I. p. 457) erkannte, die darauf beruhenden Berechnungen sehr unsicher. Indessen können wir diese hier nicht übergehen. d) Borelli schätzte

die Kraft des Herzens nach dem Verhältnisse seines Gewichtes zu dem solcher Muskeln, deren Kraft bekannt ist, namentlich der Kaumuskeln, und fand hiernach, daß sie 180,000 Pfund betrage (ebd. p. 448): allein es ist hier die Verschiedenheit der vitalen, so wie der mechanischen Verhältnisse ganz übersehen; übrigens fand Poiseuille, daß das 3 Pfund schwere Herz des einen Ochsen die Blutsäule höher trieb als das 6 Pfund schwere eines anderen; e) Wenn man einen Schenkel über den anderen und auf die schwebende Fußspitze ein Gewicht von 50 Pfund und darüber legt, so wird dasselbe sammt dem Fuße bei jedem Pulsschlage gehoben; geschieht nun dies durch Streckung der Kniekehlarterie, so muß in dieser die Stoßkraft des Blutes mehr als 50 Pfund betragen; da nun diese Arterie nur $\frac{1}{5}$ der Gewalt erfährt, mit welcher das Herz wirkt, so muß dessen Kraft über 250 Pfund betragen; sie muß aber noch viel größer seyn, da hier die bewegende Kraft am Hypomochlion (der Kniekehle) wirkt, mithin das Bein einen Hebel der dritten Gattung darstellt. Allein Carson (Nr. 496. p. 68) und Koch (Nr. 243. 1827. S. 426) haben erwiesen, daß nicht die Kniekehlarterie, sondern die combinirte Kraft der kleinen Arterien in der Muskelsubstanz jene Bewegung hervorbringt, denn die Kniekehlarterie ist mit einer beinahe Zoll dicken Fettschicht bedeckt, und die Flechsen der Beugemuskeln ragen auf $1\frac{1}{2}$ Zoll über sie hervor, so daß man sie nur durch graduirte Compressen, die man in die Kniekehle legt, drücken kann; in diesem Falle aber, so wie wenn man das Knie durch Anfassen der beiden Gelenkhügel des Oberschenkels schwebend erhält, bewegt sich der Fuß nicht pulsatorisch; legt man dagegen einen Schenkel so über den anderen, daß er auf dem äußeren Gelenkkopfe und der Flechse des zweibauchigen Muskels ruht, so bewegt sich der Fuß pulsatorisch, ungeachtet die Kniekehlarterie von allem Drucke frei ist. Ein Druck, der höchstens einige Pfund beträgt, reicht übrigens hin, die Pulsation der Schenkelarterie in der Leistengegend zu unterdrücken. f) Nach Keil ist die Bewegungskraft einer Flüssigkeit gleich dem Gewichte einer Säule derselben, deren Basis gleich ist der Öffnung, welche die Flüssigkeit ausläßt, und deren Höhe doppelt so groß ist als die, von welcher die Flüssigkeit bei ihrem Falle die Geschwindigkeit er=

langt, mit welcher sie aus der Öffnung fließt. Da nun die Mündung der Aorta 0,4187 Zoll im Durchmesser hat, und die Höhe, aus welcher das Blut fallen muß, um die Geschwindigkeit zu erreichen, mit welcher es aus dem Herzen fließt, 17,76 Zoll ist, so muß das Gewicht der 0,4187 Zoll dicken und 17,76 Zoll hohen Säule 7,436112 Cubiczoll d. i. 5 Unzen betragen, und dies ist die Kraft des Herzens (Nr. 95. I. p. 448 sqq.). g) Hales nahm an, die Kraft des Herzens sey gleich der Höhe, zu welcher der Blutstrom aus einer Arterie in einer angebrachten Röhre sich erhebt (§. 726, e), multiplicirt mit dem Flächeninhalte der Aortenkammer: beim Pferde stieg das Blut 114 Zoll, und der Flächeninhalt der Aortenkammer betrug 26 Quadratzoll, folglich war die Kraft des Herzens = 2964 Quadratzoll, d. i. 113 Pfund; beim Menschen würde sie 51 Pfund betragen. h) Poiseuille geht von dem Grundsatze aus, daß die ganze statische Kraft, die das Blut in einer Arterie bewegt, zum Querdurchmesser der Arterie in geradem Verhältnisse steht; und findet die Stärke der Systole des Aortenherzens, indem er den Durchmesser der Aorta mit dem Drucke der Quecksilbersäule multiplicirt, welcher das Blut im Hämadynamometer das Gleichgewicht hält. Da nun bei einem Manne der Flächeninhalt eines Durchschnittes der Aorta an ihrem Ursprunge 908,2857 Quadratmillimeter, und die Quecksilbersäule, welcher das aufsteigende Blut das Gegengewicht hält, 160 Millimeter hoch ist, so ist die statische Kraft des Blutes in der Aorta = 160 × 908, 2857 = 145325 Cubicmillimeter Quecksilber oder einem Gewichte von 4 Pfund, 3 Unzen, 43 Gran. Beim Ochsen ist nach dieser Berechnung die Kraft des Herzens 10 Pfund, 10 Unzen. — i) Früher hatte nach anderen Voraussetzungen Jurin die Kraft der Aortenkammer auf 9 Pfund, 1 Unze, Tabor aber auf 150 Pfund geschätzt (Nr. 95. I. p. 452. sq.).

§. 731. Wenn es durch die bisherigen Betrachtungen erwiesen ist, daß das Herz bei dem Mechanismus des übrigen Gefäßsystemes den Kreislauf bewirken kann, so ist damit noch nicht behauptet, daß dasselbe ihn in der That allein zu Stande bringt, die nothwendige Bedingung davon ausmacht und den wesentlichen Grund enthält. Es bieten sich vielmehr manche Gründe gegen die Allein-

herrschaft, so wie gegen die Wesentlichkeit des Herzschlages bei dem Kreislaufe dar. A) Einige dieser Gründe scheinen allerdings widerlegt werden zu können. Man führt z. B. gegen die Wirksamkeit des Herzens an, daß zwischen ihm und der Aorta bei Fischen Haargefäße und Kiemenvenen liegen: aber in der Aorta findet hier auch keine Pulsation Statt, und das Blut wird nur durch die vis a tergo in ihr fortgeschoben. Österreicher (Nr. 524. S. 149) führt an, daß der Blutlauf im Herzen intermittirend, in den Arterien remittirend, in den Haargefäßen und Venen continuirend ist: indeß wird diese Ungleichheit durch die oben (§. 725—728) auseinandergesetzten mechanischen Verhältnisse, namentlich durch die Verschiedenheit des Raumes, des Druckes und der Anhaftung erklärt. Wenn man am Leichname durch eine dem Stoße des Herzens ähnliche Kraft nicht die Erscheinungen des Kreislaufes hervorbringen kann, wenn man namentlich, wie Bell (Nr. 497. p. 11) bemerkt, beim Injiciren eine größere Kraft anwenden muß als das Herz, und (ebd. p. 3) dennoch die Flüssigkeit nicht in einem solchen Bogen aus einer geöffneten Arterie spritzt wie während des Lebens, so scheint dies auch nur von der Verschiedenheit der mechanischen Momente abzuhängen: im Leben ist überall mehr Spannung, das Blut mehr expandirt und dem Drucke praller, strotzender Theile unterworfen; bei der Injection fehlt gewöhnlich die Wirkung der Saugkraft; der wichtigste Umstand ist aber die Stockung des verdickten Blutes in den Haargefäßen, welche schon im Leben ihren Widerstand äußert, wie z. B. nach Spallanzani (Nr. 493. p. 185) der Blutlauf bei Salamandern nach einer langen Pause durch die wieder eintretende Bewegung des Herzens zwar in den Stämmen, aber nicht in den meisten Haargefäßen wieder hergestellt wird. — Senac (Nr. 489. II. p. 190) führt an, daß die Unze Blut, die vom Herzen ausgetrieben wird, nicht alle Arterien zum Pulsiren bringen und alle Organe so wie das umlaufende Blut erschüttern kann: allein es kommt hier nicht auf das Gewicht der Welle, sondern auf die Gewalt an, mit welcher sie gegen die Blutsäule getrieben wird. Wenn man endlich gegen den Herzschlag anführt, daß er in der Ohnmacht und Asphyxie aussetzt, und dennoch Blut aus der geöffneten Vene fließt, so

bemerken wir dagegen, daß er, auch ohne fühlbar zu seyn, in gewissem Grade fortdauern kann, und daß bei Öffnung der Vene der Blutlauf durch den Druck der umgebenden Theile wieder hervorgerufen wird, so lange das Blut in den Haargefäßen noch beweglich ist. B) Andere Gründe, welche sich darauf beziehen, daß nach aufgehobener Einwirkung des Herzens der Blutlauf noch einige Zeit fortdauern kann, haben mehr Gewicht, ohne jedoch entscheidend zu seyn: denn es läßt sich dagegen einwenden, daß der in Bewegung gesetzte Blutstrom nicht mit einem Male zu völligem Stillstande kommen, vielmehr durch den Druck der Wandungen noch eine Zeit lang unterhalten werden und in der früher gegebenen Richtung einige Zeit fortdauern kann. a) Wenn das Blut nach dem Tode des Herzens bisweilen noch in Arterien und Venen fließt (Nr. 152. I. p. 115), oder nach Unterbindung der Aorta bisweilen aus einer geöffneten Vene strömt (ebd. p. 104. 117), so kann im ersteren Falle die Saugkraft des Herzens bei der zuletzt erfolgenden Diastole, und im letzteren die Aufhebung des Druckes durch die Verwundung mitwirken. b) Nach Unterbindung der Aorta und Hohlvene eines Hundes sah Jäckel (Nr. 503. p. 26) aus letzterer, wenn sie unter dem Bande eingeschnitten wurde, eine völlige Verblutung erfolgen, ungeachtet das Blut gegen das Gesetz der Schwere aufsteigen mußte; Wedemeyer (Nr. 529. S. 232) sah das Blut bei Fröschen gleich nach Unterbindung des Herzens noch eine Strecke vorwärts fließen, dann schwanken, endlich stocken. c) Nach Öffnung des Herzens sah Spallanzani (Nr. 493. p. 329) das Blut aus den Arterien zurück, und nur in den Haargefäßen der Eierstöcke langsam vorwärts fließen; Baumgärtner (Nr. 198. 1829. IV. S. 170) sah das Blut durch Venen in den aufgeschnittenen Venensack fließen, und nach Aufschneiden der Arterienkammer und Unterbindung der Aorta in den Haargefäßen so lange, bis die Arterien sich entleert hatten, fortfließen. d) Nach dem Ausschneiden des Herzens floß nach Hallers (Nr. 152. I. p. 115. 119. 128. 222) Beobachtungen an Fröschen das Blut in den Venen zur Wunde, und der Kreislauf dauerte selbst gegen eine halbe Stunde, jedoch unregelmäßig fort; Spallanzani (a. a. O. p. 327 sqq.) sah den Blutlauf in solchem Falle bei Salamandern

in den Arterien sogleich aufhören, in den Haargefäßen nach einigen Minuten langsamer werden und dann sterben, in den Venen aber 17 Minuten lang dauern; Treviranus (Nr. 100. IV. S. 262) beobachtete ihn in der Schwimmhaut von Fröschen eine halbe Stunde lang und bemerkte, daß bei Öffnung einer Ader die Bewegung zunahm; ähnliche Beobachtungen machten Hastings (Nr. 185. VI. S. 228), Wedemeyer (Nr. 529. S. 233) und Wilson (Nr. 563. S. 70. 158 fg.) an Fröschen und Kaninchen. e) Der Blutlauf dauert selbst in ausgeschnittenen Theilen eine Zeit lang fort, wie dies z. B. Schultz (Nr. 506. S. 57) im Gekröse einer Maus bemerkte, und wie man auch bei jedem Frosche in einem abgeschnittenen Lappen seiner Haut sehen kann. — Da indeß in allen diesen Fällen (b — e) der Blutlauf doch nicht lange fortdauert, so kann man immer noch vermuthen, daß das Blut, durch die mechanischen Verhältnisse aus den engeren und dickwandigeren, allmählig durch Federkraft sich zusammenziehenden Arterien in die Venen getrieben worden ist, wobei ihm die Verwundung eines Gefäßes meist noch zu Statten kam. [Zusätze von J. Müller. In einem abgeschnittenen Theile sieht man mittels des Mikroskopes noch fortdauernde Bewegung in den Haargefäßen, so lange das Blut noch aus den durchschnittenen Gefäßstämmchen ausfließt, was auf die Bewegung des in den Haargefäßen befindlichen nothwendig wirken muß. In der Schwimmhaut eines abgeschnittenen Froschbeines dauert die Bewegung auf zehn Minuten, und zwar fließt das Blut aus den kleinen Gefäßen rückwärts gegen die Stämme, gleichförmig und ohne allen Puls. Ich leite dies vom Ausflusse des Blutes her, welcher das Blut aus den kleinen Gefäßen anzieht. Nun müßte zwar in den letzteren ein leerer Raum entstehen, vorausgesetzt, daß der Ausfluß aus Arterien und Venen zugleich geschieht, wie man doch annehmen muß; und dieser leere Raum müßte wieder den Ausfluß aus den kleinen Gefäßen aufheben. Allein in dem Maaße, als die Gefäße von Blut leerer werden, ziehen sie sich durch ihre anorganische Elasticität zusammen und collabiren durch den äußeren Luftdruck, da sie vorher durch den Impuls des Blutes ausgedehnt waren. Man sieht daher auch den Durchmesser der Gefäße während der allmählig abnehmenden Be-

wegung sich verkleinern.] f) Man findet zuweilen bedeutende Abnormitäten, als Scirrhen, Encephaloiden, seröse Bälge u. s. w. in der Substanz des Herzens, ohne daß der Blutlauf besonders gestört worden wäre. Besonders aber kommen Verknöcherungen vor, welche die wechselnde Zusammenziehung und Erweiterung unmöglich zu machen schienen, und bei welchen dennoch das Leben eine Zeit lang bestanden haben muß: zollbreite Knochenringe, welche die Basis umgaben, oder eben so breite und vier Zoll lange Knochenplatten, die sich in der Scheidewand von der Basis bis zur Spitze erstreckten (Nr. 143. II. 2 Abthlg. S. 173), die ganze Aortenkammer verknöchert (ebd. S. 174) oder versteinert (ebd. S. 176), so wie man auch bei zwei Enten das ganze Herz verknöchert gesehen hat. C) Die entscheidendsten Beweise aber sind: g) daß beim Embryo das Blut früher aus den Eihäuten zum Herzen fließt, ehe sie welches von ihm empfangen (§. 399 i); h) daß Embryonen ohne ein Herz, und dabei doch zum Theil sonst ziemlich vollständig entwickelt gefunden werden (ebd. I. S. 163); i) daß das Blut nicht immer nach allen Theilen gleichförmig sich verbreitet, und daß eine ungleiche Vertheilung desselben nicht von bleibenden mechanischen Verhältnissen, sondern von dem Lebenszustande abhängt.

Bestimmung des Blutlaufes durch die Adern.

§. 732. Das Herz besteht aus der gemeinsamen Aderhaut unter Hinzutritt von Muskelfasern, Nerven, ernährenden Gefäßen und einer serösen Scheide. Dies Alles finden wir in den Adern wieder, wenn auch schwächer entwickelt; sie sind also im Wesentlichen dem Herzen gleich, können nach Senac (Nr. 489. II. p. 192) als Wiederholungen desselben unter einer eigenen Form betrachtet werden und sind nur dem Grade nach von ihm verschieden. Daher gehen denn beide bei den Gliederthieren vermöge der unvollkommenen Entwickelung ihres Gefäßsystemes ohne alle scharfen Gränzlinien in einander über; es ist nicht darüber zu rechten, ob die Anneliden gefäßartige Herzen, oder herzartige Gefäße haben: wir können hier nur Blut haltende und Blut bewegende Organe anerkennen, in welchen der Charakter von Herz und Adern noch

nicht entwickelt ist. Das Herz ist der Ausdruck der Einheit im Blutsysteme und tritt daher erst auf einer höheren Bildungsstufe desselben hervor. Aber bei den unteren Classen der Wirbelthiere erreicht es noch nicht seine völlige Einheit. a) Die Arterie, welche aus dem einkammerigen Herzen entspringt und das Blut bei den Fischen zunächst zu den Athmungsorganen, bei den Batrachiern theils zu diesen Organen, theils zum übrigen Körper führt, ist zu einem musculösen Knollen (Zwiebel, bulbus) angeschwollen, der als eine Wiederholung des Herzens unabhängig von diesem pulsirt. Wenn Spallanzani (Nr. 493. p. 356 sqq.) diesen Knollen beim Salamander abschnitt, so pulsirte derselbe noch eine halbe Stunde; schnitt er ihn quer durch, so pulsirten beide Hälften; schnitt er ihn sammt dem Herzen aus, so pulsirten beide eine Zeit lang gleich, und dann hörte der Knollen auf, während das Herz noch schlug, so wie in anderen Fällen dieses seine Bewegung verlor, während sie in jenem noch fortdauerte; aber (ebd. p. 360) der gemeinschaftliche Arterienstamm zeigte keine eigenmächtige Pulsation. Gleiche Beobachtungen machte Wedemeyer (Nr. 529. S. 20. 48. Nr. 243. 1828. S. 339. 347) an Fischen, Fröschen, Salamandern, so wie am Hühnerembryo (vgl. §. 400, m. 442, b). Auch den Aortenbogen der Eidechsen sah Spallanzani (Nr. 493. p. 363) noch pulsiren, wenn er ihn doppelt unterbunden oder ausgeschnitten und auf den Tisch gelegt hatte; die starke Pulsation der Lungenarterie hingegen rührte nur vom Herzschlage her, denn nach einer doppelten Unterbindung hörte sie auf. b) Eben so pulsiren bei den kaltblütigen Thieren die Hohlvenen, und zwar, wie Haller (Nr. 152. I. p. 222) und Spallanzani (Nr. 493. p. 199. 364) fanden, die vordere vom Herzen bis zu ihren Ästen, die hintere bis zur Leber. Ihre Systole geht der des Venensackes voraus, so wie die der Aortenzwiebel auf die Systole der Arterienkammer folgt und den Herzschlag beschließt, wie Haller (a. a. O. p. 228) und Wedemeyer (Nr. 529. S. 188) beobachteten. Sie pulsirten noch, nachdem Spallanzani sie durchschnitten und das Blut hatte ausfließen lassen.

§. 733. Bei den warmblütigen Thieren ist die Bewegungskraft im Herzen concentrirt, und ihm die Herrschaft über das ganze

Blutsystem gegeben, so daß keine eigenmächtigen Pulsationen an den Arterien mehr auftreten, denn wenn Rosa (Nr. I. p. 189) und Reinarz (Nr. 504. p. 18) die doppelt unterbundene und ausgeschnittene Aorta von Säugethieren pulsiren oder rhythmisch oscilliren gesehen haben, so muß dies eigenen, nicht erörterten Umständen zuzuschreiben gewesen seyn, die unter tausend Fällen nicht einmahl vorkommen. Aber auf der anderen Seite können wir die mit dem Herzen im Wesentlichen übereinstimmenden Adern (§. 732), diese Leiter des lebendigen Blutes, unmöglich für leblose Röhren halten, vielmehr sprechen zuvörderst folgende Gründe der Wahrscheinlichkeit für eine lebendige Bewegungskraft der Arterien. a) Sie haben in ihrer Mittelschicht parallel neben und schichtweise auf einander gelagerte Fasern von gelblicher Farbe, die bei der Maceration nach einigen Tagen rosenroth wird. Diese Fasern unterscheiden sich von denen der willkührlichen Muskeln allerdings dadurch, daß sie mehr platt, elastisch, trocken, brüchig und nach Berzelius in Essigsäure unauflöslich, in Mineralsäuren dagegen leicht auflöslich und daraus durch Kali nicht zu fällen sind; allein dies beweist bloß, daß sie keine willkührlichen Muskeln sind. Man rechnet sie zu dem gelben elastischen Gewebe, welches sich da findet, wo Muskelkraft durch Bewegungskraft unterstützt wird, z. B. zwischen den Dornfortsätzen: allein sie unterscheiden sich bedeutend von dieser Form fibröser Membranen, indem sie nicht so verschmolzen, sondern freier entwickelt, leichter zu sondern und regelmäßiger gelagert sind. Der Analogie nach müssen wir sie für Bewegungsfasern halten, welche an die gemeinsame Aderhaut so angelagert sind wie die Muskelfasern des Herzens an dieselbe Haut, und wie die anderer hohler Organe an die Schleimhaut, die man unter dem Namen der plastischen Muskeln vereint. In jedem Organe sind nach dessen besonderer Natur die plastischen Muskeln eigenthümlich geartet, und so sind sie denn natürlich auch in den Arterien von anderer Beschaffenheit als im Herzen oder in willkührlichen Muskeln. Wedemeyer (Nr. 529. S. 80) glaubt, daß sie nur bestimmt sind, durch ihre Derbheit dem Impulse des Herzens zu widerstehen, und (ebd. S. 10) daß sie dem Stoße des Blutes ihre Entstehung verdanken, da sie in gabelförmigen Spal-

tungen und an der gewölbten Seite der Arterien stärker, und an den Hirnarterien, wo der Stoß des Herzens gebrochen ist, schwächer sind. Allein der mechanische Druck der Blutwelle müßte eher die gemeinsame Aderhaut verdichten und verdicken; die Zunahme der Arterienfasern an den Stellen, gegen welche der Blutstrom stärker andringt, rührt von einer Vermehrung der Ernährung her, dergleichen überall eintritt, wo die Bewegungsfasern in stärkerer Thätigkeit begriffen waren. Die Stoßkraft des Herzens ist in den Hirnarterien keinesweges gebrochen, denn sie pulsiren kräftig genug, um die ganze Masse des Gehirnes zu heben, und wenn wenig oder gar keine Fasern in ihnen sich finden, so scheint dies vielmehr darauf zu beruhen, daß in der Sphäre des Gehirnes die Muskelfaser mehr zurücktritt, da in den Arterien der willkührlichen Muskeln die Fasern am stärksten entwickelt sind, und somit jedes Gebilde seinen Adern einen ihm entsprechenden Charakter aufprägt. Endlich sah Wedemeyer (ebd. S. 11) selbst bei einer herzlosen Mißgeburt an den Arterien eine stärkere Faserschicht als an den Venen. Übrigens bemerkt Autenrieth (Nr. 97. I. S. 153. fgg.), daß die äußere Faserschicht mehr Federkraft hat und an den Stämmen überwiegend, die innere aber röther, weicher und in den Zweigen verhältnißmäßig stärker ist. b) An die Faserschicht verbreiten sich zahlreiche Nerven, welche dem gelben elastischen Gewebe fehlen. Wir können nicht glauben, daß sie auf das Blut zu wirken und dasselbe lebendig zu erhalten bestimmt sind, denn dann würden sie sich mehr an die innere Aderhaut verbreiten, und nicht in den Stämmen, wo der Blutlauf am rascheſten ist, so bedeutend entwickelt seyn; eben so wenig können wir die Hypothese annehmen, daß sie die Belebung des Nervensystemes durch das Blut vermitteln, denn dieses System bekommt ja überall seine eigenen Blutgefäße. Vielmehr müssen wir einen wesentlichen Zusammenhang der Nerven mit der Faserschicht anerkennen, da sie nur in dieser ihre peripherischen Enden haben und in den Venen, wo die Fasern schwächer und undeutlicher, die Bewegungen matter sind, in geringerer Menge sich finden als in den Arterien.

§. 734. Betrachten wir nun von den Erscheinungen einer von der Pulsation verschiedenen Bewegung der Arterien zunächst A) die,

welche von bloßer Federkraft sich ableiten lassen, so treffen wir zuerst a) auf ihre Entleerung und Zusammenziehung nach dem Tode (§. 634, e. 635, a). Das durch den letzten Herzschlag in ihnen fortgestoßene Blut wird, da es in ihnen einen größeren Druck findet, in die Venen gedrängt, und es entleeren sich vorzüglich die Zweige der Arterien, während in den Stämmen Überbleibsel der letzten Welle flüssig oder geronnen sich finden; verknöcherte Arterien bleiben mit Blut gefüllt (Nr. 570. S. 76). Die Arterien verengern sich bei der Todtenstarre, so daß sich ihr Umfang zu dem während des Lebens im Durchschnitte von Parrys Beobachtungen wie 1 : 1,56 verhält, und nachdem die Todtenstarre aufgehört hat, erweitern sie sich etwas wieder, doch nicht bis zu dem Grade, in welchem sie während des Lebens durch das Blut ausgedehnt waren, so daß das Verhältniß nach derselben Berechnung wie 1 : 1,27 ist. b) Sie verengern sich während des Lebens, sobald sie weniger Blut als bisher oder gar keines mehr empfangen, sey es nun, weil sie zusammengedrückt werden (Nr. 247. II. p. 319), oder weil überhaupt wenig Blut vorhanden ist, wie man denn in solchem Falle einen kleinen fadenförmigen Puls findet. Das Verhältniß des Umfanges nach der Verblutung war zu dem vor derselben nach Spallanzani (Nr. 493. p. 350) in der vorderen Aorta eines Hühnchens 1 : 6, in der hinteren 1 : 1,25; nach Hunter bei einem Pferde in der Aorta 1 : 1,11, in der Hüftarterie 1 : 1,20, in der Schenkelarterie 1 : 1,50 (Nr. 557. p. 224); nach Parry (Nr. 466. S. 18) in der Carotis eines Widders 1 : 1,78. Hunter behauptet, daß manche Zweige, wie die Radialarterie, bis zur gänzlichen Verschließung sich zusammenziehen können, was indessen Treviranus und Wedemeyer (Nr. 529. S. 32) nie sahen. c) Wenn die Arterien unterbunden sind, so entleeren sie sich noch und treiben das Blut in ihre Verzweigungen, und zwar bisweilen ohne wahrnehmbare Verengerung, und selbst in die Venen (Nr. 247. II. p. 252. 319). d) Eine doppelt unterbundene Arterie ergießt, wenn sie angestochen wird, ihr Blut, selbst in einem Strahle, und verengert sich dabei; so sah z. B. Reinarz (Nr. 504. p. 19) die äußere Carotis ihr Blut bis auf den letzen Tropfen ausspritzen, die Bauchaorta hingegen aus einem zwei Linien langen Schnitte

nur $\frac{7}{8}$ ihres Blutes nach und nach austreiben. e) Durchschnittene Arterien ziehen sich an der Wundöffnung so zusammen, daß das Blut gehindert wird, auszufließen, wie dies z. B. Spallanzani (Nr. 493. p. 365) an der Bauchaorta von Eidechsen beobachtete. Am meisten verengern sie sich, wenn sie sich von der Wundfläche zurückziehen, indem sie dann auch von den umliegenden Theilen zusammengedrückt werden; so durchschneidet man angestochene Arterien, um die Blutung zu stillen. Wo sie sich nicht zusammenziehen können, ist selbst aus einem verwundeten kleinen Zweige, z. B. aus einer Zahnarterie, eine tödtliche Blutung möglich. B) An diese Bewegungen schließen sich nun f) diejenigen an, welche durch mechanische Eindrücke veranlaßt werden, ohne dabei nach mechanischen Gesetzen bestimmt zu seyn, mit einem Worte: welche auf mechanische Reizung erfolgen. Sie kommen im Ganzen selten vor, sind aber von glaubwürdigen Beobachtern deutlich gesehen worden: die Schenkelarterie eines Hundes, welche Verschuir (Nr. 487. p. 83) mit dem Messer geschabt hatte, zog sich an fünf Stellen zugleich zusammen, so daß die dazwischen liegenden Strecken von Blut ausgedehnt waren, und auch bei anderer Reizung mit dem Messer zog sich die Schenkelarterie (ebd. p. 89) an der gereizten Stelle, und die Carotis (ebd. p. 90) an mehrern Stellen zusammen; Thomson bewirkte durch Stechen mit Nadeln eine vollständige Zusammenziehung (Nr. 185. I. p. 444); Hastings sah nach Schaben mit dem Messer die Schenkelarterie von Katzen in 7, und die Aorta in 15 Fällen sich zusammenziehen (ebd. VI. S. 224), und Wedemeyer (Nr. 529. S. 241) bewirkte ebenfalls solche Verengerung durch Stechen und Kneifen, wiewohl selten. Reinarz (Nr. 504. p. 18) will dieselbe durch bloßen Druck bewirkt haben: die unterbundene und ausgeschnittene Aorta eines Hundes zog sich bei einem nicht starken Drucke des Fingers 6 Secunden lang zusammen, und eine andere, die entleert war, zog sich auf einen leisen Druck fünfmahl schnell zusammen, und nach zehn Secunden noch zweimahl; die ausgeschnittene Aorta eines Ochsen verengerte sich, als ein Finger eingesteckt wurde, und erweiterte sich nach dem Ausziehen des Fingers wieder; eine andere drückte einen eingeschobenen Wachscylinder etwas zusammen und ließ ihn nach zehn Minuten leicht

wieder herausziehen. Von der Verengerung ausgeschnittener Arterien bei Einbringung eines dem Lumen entsprechenden Stäbchens habe ich mich bei Pferden überzeugt, doch keine abwechselnde Erweiterung beobachtet. — g) Verschuir (a. a. O. p. 81. 84. 88. 90) sah die Arterien bei Anbringung von Ammonium, oder von Schwefelsäure, oder Salpetersäure sich zusammenziehen. h) Von der Elektricität sah derselbe (ebd. p. 92) keine Wirkung. Osiander wollte durch Galvanismus Contractionen in den Gefäßen des abgeschnittenen Nabelstranges bewirkt haben; indeß hat nach Wedemeyer (Nr. 529. S. 36. 66) der Galvanismus auf die vom Herzen getrennten größeren Arterien keinen Einfluß, bewirkt aber (ebd. S. 242) an lebenden Thieren, daß die Arterien um ein Viertel oder selbst um die Hälfte sich verengern, wobei der Blutlauf beschleunigt wird. i) Daß bloß gelegte Arterien, wie es scheint, auf die Einwirkung der Luft bisweilen sich zusammenziehen, beobachteten Moscati (Nr. 579. I. p. 222), Hunter (Nr. 492. I. S. 234), Parry (Nr. 466. S. 36 fgg.) und Andere. Bei Berührung der freien Luft hört die Blutung einer Arterie früher auf, und daher sind Verletzungen der Arterien in der Tiefe gefährlicher und in inneren Höhlen meist tödtlich. Bisweilen verengeren sich aber auch während der Beobachtung einzelne Strecken einer Arterie ohne bemerklichen Anlaß ziemlich schnell, bleiben eine Zeit lang so und dehnen sich dann wieder aus, wie dies Parry (ebd. S. 64) und Thomson (Nr. 185. I. S. 441) beobachteten. Endlich schließen wir auch auf einen krampfhaften Zustand der Arterien bei manchen Krankheiten, wo wir den Puls klein, hart und gespannt finden, indem dieser Zustand weder vom Drucke der Muskeln, noch von der veränderten Thätigkeit des Herzens abhängen kann, und bei Lösung des Krampfes, bei eintretendem Schweiße u. s. w. der Puls wieder groß und weich wird.

§. 735. Wenn wir nun zur Beurtheilung dieser Bewegungen schreiten, suchen wir A) fürs Erste ihr Wesen zu erkennen, wobei wir freilich uns begnügen müssen, die Classe zu bestimmen, zu welcher sie gehören, aber auch über den Charakter dieser Classen uns verständigen müssen. a) Die Federkraft (gewöhnlich Elasticität genannt, näher bezeichnet als Contractilität) ist eine Äußerung der

Cohäsion, welche sich zu behaupten strebt, indem sie das Verhältniß der Theile eines Körpers zu einander, wenn es durch eine ausdehnende Gewalt gestört worden ist, durch Zusammenziehung wieder herstellt. Den Arterien kommt solche Federkraft zu: so lange ihre Cohäsion nicht durch Fäulniß aufgehoben, noch durch Austrocknen in Starrheit übergegangen ist, verkürzen sie sich wieder, wenn wir sie gezerrt, und verengern sich, wenn wir sie ausgedehnt haben. b) Im lebenden Organismus besteht aber eine mechanische Spannung unter den festen und flüssigen Theilen, wie sie im Leichname nicht mehr sich findet: die Säfte überhaupt haben, wie das Blut insbesondere (§. 693), einen höheren Grad von Expansion und dehnen die festen Theile stärker aus, als diese ihrem eigenthümlichen Cohäsionsgrade nach es sind, so daß dieselben eine stete Neigung haben, sich weiter zusammenzuziehen, und wenn die Hindernisse beseitigt werden, viel stärker als nach dem Tode sich zusammenziehen. Diese dem Leben eigenthümliche Form der Federkraft, die man Tonus nennt, kommt mehr oder weniger allen festweichen Theilen, und so auch den Arterien zu: sie sind im Leben vermöge der in ihren Wandungen befindlichen Säfte praller, ziehen sich, wenn sie durchschnitten werden, weiter zurück und verengern sich nach einer Ausdehnung stärker als am Leichname, treiben daher, wenn sie angestochen werden, das Blut in einem Strahle aus (§. 734, d), was nach dem Tode nicht mehr der Fall ist. c) Die Muskelkraft endlich ist zwar auch durch Cohäsion bedingt, aber nicht wie der Tonus nur dem Grade nach, sondern auch qualitativ von der Federkraft verschieden, und findet sich auch in den Arterien. Was das quantitative Verhältniß anlangt, so steht sie oben an und bewirkt eine stärkere Verengerung als der Tonus, so wie dieser stärker wirkt als die Federkraft. Außerdem aber unterscheidet sie sich qualitativ, nämlich 1) dadurch, daß sie in Fasern ihren Sitz hat, welche vermöge ihrer Natur einen Wechsel von Contraction und Expansion zeigen, während die Federkraft und der Tonus stetig wirken: in den (§. 734, b) angeführten Beobachtungen zeigten die Arterien einen solchen Wechsel von Zusammenziehung und Ausdehnung, während das Zellgewebe vermöge seines Tonus ohne alle Oscillation in der Zusammenziehung, in welche es versetzt wor-

den ist, verharrt. 2) Der Tonus ist als lebendige Federkraft lediglich vom mechanischen Verhältnisse abhängig und äußert sich daher verschieden, je nachdem die Cohäsion durch den Gehalt an Feuchtigkeit oder durch Temperatur bestimmt wird, wie z. B. der Hodensack in der Kälte sich zusammenzieht. Die Muskelkraft hingegen wird zu ihren Wirkungen veranlaßt durch solche Einflüsse, welche weder die Lage der Theile, noch den Cohäsionszustand, sondern den inneren Lebenszustand ändern, und die wir daher als Reize bezeichnen, insofern sie nicht direct und im Verhältniß zu ihrer mechanischen Kraft räumliche Veränderungen hervorbringen, vielmehr die innere lebendige Bewegungskraft sollicitiren, daß sie sich äußert. 3) Die Arterien zeigen nun eine solche durch Reizung hervorzurufende Bewegungskraft. Denn nach den obigen Erfahrungen (§. 734, f, g, h) ziehen sie sich auf verschiedenartige, mechanische, chemische und galvanische Reizung zusammen. 4) Da ihre Contraction auf lebendiger Thätigkeit beruht, so hört sie mit dem Tode auf: Verschuir (Nr. 487. p. 90 sq.) sah die Arterien, welche auf mechanische Reizung sich zusammengezogen hatten, nach dem Tode sich wieder erweitern, und dasselbe beobachtete Parry an solchen, die nach der Entleerung von Blut sich verengert hatten, indem das Verhältniß ihres Durchmessers zu dem vor der Entleerung während des Lebens 1 : 1,78, fünf Minuten nach dem Tode 1 : 1,35, und fünf Minuten später 1 : 1,25 war. 5) Die Reizbarkeit wird ferner durch die Reizung erschöpft, ohne daß eine mechanische Veränderung bemerklich wäre: so sahen Verschuir (a. a. O. p. 84) und Wedemeyer (Nr. 529. S. 242), daß, wenn die Arterien durch Schaben mit dem Messer oder durch Galvanismus zur Zusammenziehung gebracht worden waren, diese bei wiederholter Anwendung derselben Reize nur schwach oder gar nicht erfolgte. 6) Sodann äußert sich die Muskelkraft nach dem innern Lebenszustande verschieden: als z. B. Verschuir (a. a. O. p. 89) eine Schenkelarterie mit dem Messer reizte, zog sich ein Zoll langes Stück eines von der gereizten Stelle entfernten Zweiges zusammen und erweiterte sich dann wieder; eben so zogen sich verschiedene Arterien (ebd. p. 83. 85. 90. 91) bei Reizung einer Stelle gleichzeitig an zwei bis fünf Stellen zusammen, so daß die dazwischen befindlichen

Strecken zum Theil zweimahl so stark von Blut ausgedehnt waren. 7) Endlich beobachtet man einige Zeit nach dem Tode an den Arterien keine Spur mehr von Reizbarkeit: selbst die Salpetersäure, ungeachtet sie immer ein Zusammenschrumpfen bewirkt, brachte nicht mehr solche Bewegungen wie während des Lebens hervor (ebd. p. 90). B) Vergleichen wir nun die Muskelkraft der Arterien mit der anderer Organe, so finden wir einen eigenthümlichen Charakter derselben, welcher mit der Natur ihrer Fasern (§. 733, a) im Einklange zu stehen scheint. d) Die Zusammenziehung der Arterien läßt sich nur selten beobachten, und so war auch die Mehrzahl von Verschuirs Versuchen vergeblich, wenn auch die willkührlichen Muskeln und die Därme sich noch reizbar zeigten. Haller (Nr. 152. I. p. 229), Bichat (Nr. 103. I. 2te Abtheilung S. 75) und Magendie (Nr. 216. I. p. 106 sqq.) wurden durch solche fruchtlose Versuche bestimmt, die Reizbarkeit der Arterien gänzlich zu leugnen. e) Die Zusammenziehung erfolgt nur träge und langsam: Hastings (Nr. 185. VI. S. 224) mußte zehn Minuten lang an der Schenkelarterie einer Katze schaben, ehe sie sich zusammenzog; die Reizung durch Ammonium oder Terpentinöl mußte ebenfalls mehrere Minuten gedauert haben; auch der Galvanismus wirkte nach Wedemeyer (a. a. O. S. 242) nicht plötzlich, wie etwa auf das Herz, oder auf willkührliche Muskeln. f) Die Zusammenziehung ist ferner kein momentanes Zucken, sondern eine anhaltende Schnürung: nach dem Schaben mit dem Messer sah sie Verschuir (a. a. O. p. 85) an der Nierenarterie zwei Stunden, Hastings (a. a. O.) an der Schenkelarterie eine Viertelstunde, und an der Aorta eine halbe Stunde lang dauern; nach Wedemeyer (a. a. O. S. 242) hielt sie nach dem Galvanisiren zehn Minuten bis einige Stunden an. g) Sie ist ferner ungleichförmig: so erfolgte sie nach Verschuir (a. a. O. p. 90) bei demselben Individuum an einzelnen Arterien, an andern nicht; eben so (ebd. p. 83. 84. 88) nur an denen der einen Seite, nicht an den gleichnamigen der andern; oder auch (ebd. p. 81) nur an einzelnen Zweigen eines und desselben Astes. h) Endlich zeigt sie nach Hastings (a. a. O. S. 227) verschiedene Formen: bald besteht sie in einer ringförmigen Zusammenschnürung wie von

einem Faden; bald verbreitet sie sich über eine größere Strecke; bisweilen wechseln Verengerung und Ausdehnung neben einander ab, so daß die Arterie wie knotig erscheint; bisweilen folgen sie der Zeit nach auf einander. C) In den Arterien sind also verschiedene Bewegungskräfte vereint: die auch der leblosen Materie zukommende Federkraft, in ihrer durch Lebendigkeit zum Tonus gesteigerten Form, und die dem animalen Leben eigenthümliche Muskelkraft, die aber hier nur schwach entwickelt, der des Darmcanals, der Harnblase und des Fruchthälters einigermaaßen ähnlich, aber großentheils noch träger und mehr auf eine anhaltende Wirkung zu Unterstützung des Tonus berechnet ist. Lebendige und mechanische Kraft sind verschmolzen, und letztere ist hier überwiegend, während erstere es im Herzen ist. Was nun den Antheil Beider am Blutlaufe betrifft, so muß zuvörderst die mechanische Kraft in demselben Grade wirken, als sie sollicitirt worden ist. Ist also die Arterie durch die bei der Systole des Herzens einströmende Blutwelle erweitert und verlängert worden, so wird sie darauf durch ihre Federkraft sich wieder verengern und verkürzen, so daß sie während der Diastole des Herzens das Blut noch forttreibt. — Wenn bei einem Pumpwerke die durch den Stoß des Stempels bewegte Flüssigkeit seitwärts auf einen elastischen Körper wirkt und ihn in Spannung versetzt, so treibt dieser nach dem Stoße des Stempels, indem er seinen früheren Cohäsionsgrad wieder herstellt, die Flüssigkeit noch fort, so daß diese nicht stoßweise, sondern ununterbrochen ausfließt. Wie nun dies bei einer Feuerspritze dadurch bewirkt wird, daß der Wasserstrahl beim Stoße des Stempels die in dem Windkessel befindliche Luft zusammendrückt und dann von dieser vermöge deren Expansibilität fortgestoßen wird, so kann die Fortdauer der Strömung in den Arterien (§. 714, a) davon abhängen, daß die Blutsäule, welche während der Systole des Herzens die Arterie ausgedehnt hat, während der Diastole des Herzens durch die sich dann äußernde Contractilität der Arterie fortgeschoben wird. Diese Vergleichung ist von Steinbuch (Nr. 191. 1815. 3tes St. S. 9), wie auch von Arnott (Nr. 589. I. S. 461) und Weber (Nr. 569. III. S. 70) angestellt worden. Nach derselben können wir es nun wohl erklären, daß die Strömung während der Diastole

des Herzens zwar fortdauert, aber schwächer wird, da die Federkraft der Arterie schwächer ist als die Muskelkraft des Herzens. Vergleichen wir aber die sichtbare Zusammenziehung der Arterie (§. 710, B) mit der Strömung während der Diastole des Herzens, so erscheint uns jene gegen diese so unbedeutend, daß wir sie kaum für die alleinige Ursache dieser Strömung halten können. Da nun überdies an den feineren Zweigen (§. 710, b), oft aber auch an den Ästen und Stämmen (§. 710, c. 720, C) gar keine Zusammenziehung erfolgt, und da andererseits die durch den Stoß des Herzens in Bewegung gesetzte Blutsäule nach demselben nicht augenblicklich in Ruhe kommen kann, so muß die Nachwirkung dieses Stoßes die Hauptursache der fortdauernden, jedoch schwächeren Strömung seyn, welche, wo eine Zusammenziehung Statt findet, durch diese unterstützt wird. Wedemeyer führt für die Abhängigkeit der Remission des Blutstromes von der Federkraft der Arterien an, daß das Wasser, welches er stoßweise in die Schenkelarterie eines Leichnams spritzte, aus den geöffneten Arterien des Unterschenkels nicht intermittirend, sondern remittirend ausfloß (Nr. 243. 1828. S. 339); indessen dürfte dieser Ausfluß mit dem des Blutes während der Diastole des Herzens schwerlich Ähnlichkeit haben. — Die Muskelkraft der Arterie aber kann gar keinen Antheil daran haben, denn sie äußert sich nach Obigem (d—g) selten, langsam, anhaltend und ungleichförmig, hat also einen von der Pulsation ganz abweichenden Charakter und muß eine andere Beziehung haben (§. 750). Arnott (a. a. O. S. 463) nimmt an, sie wirke gleichzeitig mit der Muskelkraft des Herzens und gebe während dessen Systole den Arterien eine solche Steifheit, vermöge deren sie seine Wirkung fast so fortzupflanzen vermöchten, als ob sie metallene Röhren wären; allein die Prallheit, durch welche die lebendige Arterie im Zustande ihrer Anfüllung von der am Leichname sich unterscheidet, ist nur die Äußerung der durch das Leben modificirten Federkraft oder des Tonus.

§. 736. An den Haargefäßen bemerkt man A) unter manchen Umständen eine Zusammenziehung. a) Während der Todtenstarre lassen sie sich nicht injiciren (§. 634, d), wie z. B. Bell (Nr. 497. p. 35) an einer Schildkröte gleich nach dem Tode die

Injection bei aller Gewalt unmöglich fand, während sie am folgenden Tage mit Leichtigkeit vor sich ging: allein dies beweist keine Muskelkraft, da sich bei der Todtenstarre die organische Substanz überhaupt verdichtet (§. 635, a). b) An einem ausgeschnittenen Theile fließt das Blut aus ihnen hervor, weil dasselbe sie ausgedehnt hatte und nun ihrem Drucke weicht; sie selbst verengern sich dabei, indem sie theils auf ihren natürlichen Durchmesser zurückkommen, theils, nachdem ein leerer Raum in ihnen entstanden ist, durch den Druck der umliegenden Theile so wie der Atmosphäre geschlossen werden (§. 731, e). c) Durchschnittene Haargefäße ziehen sich bei Berührung der kälteren Atmosphäre zusammen und hören auf zu bluten; noch mehr ist dies der Fall beim Reiben mit dem Finger, oder bei Anwendung von kaltem Wasser, Salzauflösungen oder Weingeist. Wie bei Entzündung der Hornhaut oder der Bindehaut durch Aufstreichen von Opiumtinctur oft eine augenscheinliche Zusammenziehung der angeschwollenen Haargefäße erfolgt, so beobachtet man dieselbe auch bei mikroskopischer Untersuchung des Blutlaufes nach mechanischer, chemischer oder galvanischer Reizung und sieht sie später wieder sich erweitern (Nr. 529. S. 325 fg.). Thomson sah in mehr als hundert Versuchen an der Schwimmhaut von Fröschen nach Anbringung von Ammonium binnen zwei Minuten die Haargefäße sich zusammenziehen, und nur in drei Fällen gelang der Versuch nicht; die Zusammenziehung erstreckte sich über ein Stück nach beiden Seiten von der berührten Stelle aus und ließ sich binnen einer Viertelstunde drei- bis viermahl hervorbringen (Nr. 185. I. S. 443). Hastings machte ähnliche Beobachtungen (ebd. VI. S. 228). Endlich bewirken gewisse reizende Flüssigkeiten, in die Arterien eines lebenden Thieres gespritzt, eine allmählige Constriction der Haargefäße. Allein alle diese Erscheinungen deuten keineswegs auf eine eigenthümliche Bewegungskraft der Haargefäße hin, sondern beruhen nur auf Cohäsionsveränderungen, welche theils unmittelbar durch Temperatur und chemische Verhältnisse bewirkt, theils Folgen der veränderten Beziehung der Organe zum Blutlaufe sind. B) Auf den Blutlauf haben die Haargefäße selbst keinen Einfluß: sie bleiben, während das Blut in ihnen strömt, völlig unbewegt, und wenn sie sich zu-

sammenziehen, so können sie die Strömung nur hemmen, wie dies auch Thomson (a. a. O.) beobachtete.

§. 737. Was die Venen A) überhaupt betrifft, so ist das in ihnen strömende Blut weniger lebenskräftig, und so scheinen sie selbst auch nur eine geringe Lebendigkeit zu besitzen. Ihre Wandungen sind dünner, schlaffer und mit ungleich weniger Nerven versehen als die der Arterien. Ihre Fasern sind sparsam, undeutlich und longitudinal; Magendie (Nr. 247. II. p. 215), der von ihnen behauptet, sie seyen in allen Richtungen unter einander verwebt, scheint eben so wenig Recht zu haben als im Allgemeinen Marx (Nr. 500. p. 15), der außer den Längenfasern auch noch eine innere Schicht Ringfasern annimmt, da diese nur in der vorderen Hohlvene bei Pferden und Rindern deutlich sind. Die Venen geben mehr nach und verengern sich weniger: oft sind sie nicht ganz mit Blut gefüllt oder selbst leer, ohne zusammengezogen zu seyn, und geben beim Aderlasse kein Blut. Indessen geht ihnen die Bewegungskraft nicht ganz ab. a) Nach Marx (ebd. p. 78) ziehen sie sich bisweilen an der Luft zusammen, und Bichat sah sie in manchen Fällen an einzelnen Stellen stärker sich spannen. Bei einem allgemeinen krampfhaften Zustande geben sie, geöffnet, kein Blut. b) Durchschnitten schließen sie sich bisweilen (Nr. 524. S. 135); gewöhnlich verkürzen sie sich etwas, was am Leichname nicht mehr der Fall ist. c) Zuweilen entleeren sie sich nach Béclard, wenn die Arterien unterbunden sind. d) Doppelt unterbunden und angestochen, treiben sie bisweilen ihr Blut in einem Strome aus: Marx (a. a. O. p. 76) sah so die Schenkelvene eines Hundes zwei Fuß hoch spritzen, war sie aber zuvor durch Säuren gereizt worden, so ließ sie ihr Blut bloß ausrinnen. e) In manchen Fällen hat man Reizbarkeit an ihnen beobachtet. Als Verschuir (Nr. 487. p. 82) die Halsvene eines Hundes mit dem Messer leicht reizte, klopfte sie und trieb das Blut schneller fort; auf ähnliche Reizung sah er (ebd. p. 91) die Hüftvene der einen Seite sich zusammenziehen, die der anderen Seite nicht; Hastings sah bei der Reizung mit dem Messer in zehn Fällen die Ohrvene bei Kaninchen sich zusammenziehen. Bei Berührung mit Säuren sah Verschuir (a. a. O. p. 88) die Drosselvene von

Hunden sich verengern; Hastings sah dasselbe an einer Gekrösvene und äußeren Halsvene, während die Hohlvene desselben Hundes keine Reizbarkeit zeigte, und die Ohrvene eines Kaninchens zog sich dabei so stark zusammen, daß kaum noch Blut durchfließen konnte (Nr. 185. VI. S. 232). Marx (a. a. O. p. 73 sq.) sah die Drosselvene eines Hundes, an welcher die Reizung mit dem Messer, mit Weingeist, Essig und Salzsäure ohne Wirkung geblieben war, bei Anwendung verdünnter Schwefelsäure sich auf eine Linie zusammenschnüren, und die durchschnittene Hohlvene bei Berührung ihrer Äste mit Schwefelsäure ihr Blut schneller ergießen; nach dem Tode (ebd. p. 81) beobachtete er keine Wirkung der Säuren mehr, wie auch Hastings (a. a. O. S. 233) die Venen dann zwar sich entfärben, aber nicht wie im Leben sich zusammenziehen sah. Einmahl bemerkte Verschuir (a. a. O. p. 86) bei Berührung mit dem warmen Finger eine Verengerung der Drosselvene; nach Wedemeyers (Nr. 529. S. 242) Erfahrungen bewirkte der Galvanismus keine deutliche Verengerung, vielmehr Erweiterung und langsamern Blutlauf. B) Die Venenstämme äußern g) eine vorzüglich hohe Reizbarkeit. So wie Lancisi brachte auch Senac (Nr. 489. II. p. 138) durch Wärme, Anblasen oder Nadelstiche eine Verstärkung der matten und eine neue Erregung der schon erloschenen Bewegung der Hohlvene hervor; ja nach Verschuir (a. a. O. p. 83) behielten diese Adern bei Hunden ihre Empfänglichkeit für Reize eine Viertelstunde lang nach dem Aufhören des Gesammtlebens, und länger als das Herz. Bei Reizung mit einer Nadel oder mit Säuren sah Haller (Nr. 152. I. p. 147) die Hohlvene schneller pulsiren, während die gleiche Reizung der Lungenvene und der Aorta ohne Wirkung blieb. Nach Marx (a. a. O. p. 74) zog sich bei Anwendung von Schwefelsäure die vordere Hohlvene von 5 auf 3 Linien, und die hintere von 5½ auf 4½ Linien zusammen; Ähnliches beobachtete Hastings (a. a. O. S. 232) bei Berührung der hinteren Hohlvene der Katze mit Salpetersäure, und als er diese Säure auf die Lungenvene anbrachte, so bewegten sich alle Äste derselben, während zuvor die ganze Vene keine Pulsation gezeigt hatte. Übrigens sah Spallanzani (Nr. 493. p. 346) bei der Verblutung eines Hühnchens

die vordere Hohlvene auf $\frac{1}{18}$, und die hintere auf $\frac{1}{9}$ ihres früheren Durchmessers sich zusammenziehen. h) Die Venenstämme pulsiren in der Nähe des Herzens (Nr. 152. I. p. 145), und letzteres scheint den Grund dieser Bewegung zu enthalten; sey es nun, indem seine Diastole die nächste Stelle der Venenstämme plötzlich entleert, und seine Systole ihre Anfüllung begünstigt und durch Zurückstoßung von Blut (§. 708, a) vermehrt, oder daß die Thätigkeit der Venensäcke die angränzenden Venenstämme mit in Bewegung setzt. Ist Ersteres der Fall, so werden die Venenstämme und Venensäcke immer in einem entgegengesetzten Zustande sich befinden, wie dies in den oben (§. 722, i) angeführten Beobachtungen deutlich war; ist Letzteres der Fall, so werden sich die Venenstämme mit den Venensäcken gleichzeitig füllen und entleeren (§. 722, c), wie dies Österreicher (Nr. 524. S. 133) und Barkow (Nr. 243. 1830. S. 5) behaupten. Viele Physiologen, z. B. Senac (Nr. 489. II. p. 37), Haller (Nr. 152. I. p. 175. 223), Sömmerring (Nr. 570. S. 418) und Wedemeyer (Nr. 529. S. 20. 188), schreiben den Venenstämmen eine eigenmächtige Pulsation zu, denn die Hohlvenen treiben noch ihr Blut in den Venensack, wenn dieser schon zu wirken aufgehört hat, weshalb sie denn schon Stenson das ultimum moriens nannte; eben so wirken sie noch, wenn sie vom Herzen abgeschnitten sind, wie Senac (a. a. O. p. 138), Verschuir (Nr. 487. p. 83) und Sarlandière (Nr. 510. p. 17) beobachteten; unterbunden, entleeren sie sich in das Herz, und nach Wegnahme des Bandes füllen sie sich wieder, wie Verschuir (a. a. O. p. 85) sah. Indessen lassen sich alle diese Erscheinungen entweder aus der Saugkraft oder aus der Druckkraft (vis a tergo) des Herzens, unter Mitwirkung der Wunde, erklären, und es bleibt die eigenmächtige Pulsation der Venenstämme so lange unerwiesen, als man nicht gesehen hat, daß dieselben, wenn sie sowohl gegen das Herz als auch gegen die Haargefäße unterbunden sind, oder bei angebrachter Reizung nicht bloß sich verengern, sondern wirklich pulsiren.

Bestimmung des Blutlaufes durch das Blut.

§. 738. Nach unseren bisherigen Untersuchungen ist die eigentliche Wandung der Blutbahn oder die gemeinsame Aderhaut eine den epidermatischen Gebilden ähnliche, einer lebendigen Thätigkeit überhaupt und einer eigenmächtigen Bewegungskraft insbesondere ermangelnde Verdichtung oder Gerinnung der organischen Substanz. An der Peripherie des Systemes tritt das Blut in lebendige Wechselwirkung mit der übrigen organischen Substanz, und hier wird es bloß von dieser Aderhaut eingeschlossen, welche durch diese Abgränzung sein eigenthümliches Daseyn als Blut aufrecht hält, ohne jenen Verkehr zu hemmen; die Haargefäße haben also keine eigenthümliche Bewegungskraft, welche den Blutlauf bestimmen könnte. Dagegen im Centrum des Systemes, wo das Blut in größeren Massen sich concentrirt, äußert sich seine Beziehung zum Organismus nur in seiner Strömung: das äußerliche Leben, die Bewegung tritt hier mächtiger hervor, und seine Bahn entwickelt sich durch Anlagerung von Muskelmasse an die Aderhaut zu einem bewegungskräftigen Gebilde, welches als eigenes und sein räumliches Verhältniß änderndes Organ von einer serösen Membran umhüllt wird. So bewirkt denn das Herz durch seine Bewegungskraft den Blutlauf. Allein dieser entspricht nicht immer den Bewegungen desselben und findet selbst Statt, wo es fehlt: folglich ist das Herz nur ein Organ des Blutlaufes, d. h. nicht der wesentliche Grund, sondern nur das Werkzeug, durch welches auf einer höhern Stufe der Entwickelung die in einem anderen Verhältnisse begründete Bewegung des Blutes als eigenthümliche Lebenserscheinung oder in Form einer besonderen Function zu Stande gebracht wird. Nun könnten die Arterien und Venen den Blutlauf bestimmen, wo dieser den Bewegungen des Herzens nicht entspricht, und ihn bewirken, wo dasselbe fehlt; und in der That sind sie nur quantitativ von ihm verschieden, mit Muskeln und Nerven versehen, und mit lebendiger Bewegungskraft begabt. Allein diese ist zu schwach, als daß sie den Blutlauf eigenmächtig bewirken, ja auch nur unterstützen könnte: das volle Leben äußert sich nur an den entgegengesetzten Puncten des Systemes, an der Peripherie als chemisch-dynamischer Verkehr, im Centrum als eigenmächtige Bewegungskraft; die Radien,

Arterien und Venen, sind mehr passive Mittelglieder, in welchen die Eigenschaften der beiden Endpuncte indifferenzirt sind, so daß vom Herzen aus die Bewegungskraft, von den Haargefäßen aus der lebendige Verkehr (z. B. Secretion und Einsaugung) immer mehr erlischt. Auf den niederen Stufen der Organisation zeigt es sich noch deutlicher, daß die Verbreitung des Lebenssaftes nicht in einer Bewegungskraft der Wandungen begründet ist. Der partielle Kreislauf innerhalb einer Pflanzenzelle geht ohne die geringste Bewegung derselben und ohne leitende Canäle vor sich; der Pflanzensaft steigt in bloßen Zwischenräumen (Intercellulargängen) auf, und wenn er auch in eigenen Gefäßen sich erhebt, so ist weder irgend eine Spur von Bewegung an denselben zu bemerken, noch auch eine sogenannte Capillarkraft als der Grund davon anzunehmen, denn er steigt z. B. aus der durchschnittenen Rebe in einer darauf gesetzten Röhre gegen 20 Fuß hoch, da die Capillarkraft nur eine Form der Adhäsivkraft ist und eine Flüssigkeit wohl in ein Haarröhrchen einziehen und in demselben heraufziehen, aber nie aus ihm heraustreiben kann. Eben so tränkt sich der ganze Körper der blutlosen Thiere mit dem von den übrigen Säften noch nicht geschiedenen Lebenssafte. Dieser scheint also durch eigene Kraft sich zu bewegen. Da nun der wesentliche Grund dieser Bewegung auf den höchsten Stufen der Organisation derselbe seyn muß wie auf den niedrigsten, und da wirklich die Fundamentalursache des Blutlaufes nicht in den Wandungen liegt, so müssen wir sie im Blute selbst suchen, wenn sie anders innerhalb des Gefäßsystemes selbst enthalten ist. Diese Annahme wollen wir zuerst nach ihrer inneren Wahrscheinlichkeit betrachten (§. 739), und dann die empirischen Gründe für dieselbe prüfen (§. 740).

§. 739. Wenn das Blut durch sich selbst sich bewegt, so kann dies nur entweder durch das Verhältniß seiner Theilchen zu einander, oder durch eigene Kraft seiner Masse geschehen. a) Nach Döllinger sind die Blutkörner in einem innerlichen Gegensatze begriffen, einerseits individuell und selbstständig, andererseits Theile des Ganzen, die nur in Beziehung auf die Masse bestehen; so ziehen sie sich an und stoßen sich ab, bewegen sich und werden bewegt, trennen sich vom Blutsysteme und suchen die Vereinigung

Aller (Nr. 176. VII. S. 225). Man würde ihn wohl mißverstehen, wenn man hierin nicht eine ideelle Auffassung des Bildungsherganges überhaupt, sondern eine Nachweisung des Bestimmungsgrundes der Blutbewegung zu sehen glaubte. Wenn die Blutkörner in steter Attraction und Repulsion unter einander begriffen wären, so könnte ein stetiger Kreislauf nicht zu Stande kommen. Die einfache Betrachtung des Blutstromes (§. 688, b. 713, a) lehrt uns, daß die Blutkörner in gleicher Richtung neben und hinter einander laufen und sich gegen einander völlig indifferent verhalten. Unter gewissen Umständen üben sie allerdings eine anziehende und abstoßende Kraft auf einander aus, so daß dadurch eine Fluctuation entsteht. So sah Haller (Nr. 152. I. p. 127. 239), wenn sich Blut in einer Arterie zu einer größeren Masse angehäuft hatte, aus allen Zweigen welches zufließen; in einen aneurysmatisch ausgedehnten Zweig floß das Blut ein, aber bald wieder zurück in die Stammströmung; war an zwei Stellen Blut angehäuft, so entstand eine „Oscillation zwischen diesen magnetischen Massen", die Blutkörner schwankten zwischen ihnen, bis sie von einer derselben festgehalten wurden; in einem Falle, wo sie aus einer verwundeten Vene zwischen die Blätter des Gekröses getreten waren, fluctuirten sie so, daß sie von der Vene abwechselnd eingesogen und wieder ausgestoßen wurden. Auch Spallanzani (Nr. 493. p. 382) bemerkte öfters, daß sie einander anzogen. Nach einer von Koch gemachten Beobachtung floß Blut aus einer Arterie der verwundeten Schwimmhaut eines Frosches aus, bog sich in einem spitzen Winkel um, trat in ein nahe liegendes, geöffnetes Haargefäß und ging so in die Vene über (Nr. 243. 1827. S. 443 fg.). Eben so sah Baumgärtner (Nr. 533. S. 108) von den Blutkörnern, die sich aus einer Arterie des durchschnittenen Schwanzes einer Froschlarve am Rande der Schnittwunde angehäuft hatten und durch die nachfolgenden in einiger Bewegung erhalten wurden, eines seinen Weg durch die übrigen nehmen, in einem kleinen Bogen nach einem benachbarten, offen stehenden Äderchen laufen und in dasselbe schlüpfen, worauf noch andere ihm folgten und mit ihm in die Venen zurückgingen. Wo eine größere Blutmasse stockt, wird noch mehr Blut dahin gezogen und fließt

so aus den Zweigen in die Stämme; daher ist bei solchen Störungen in den Venen die regelmäßige, in den Arterien die rückgängige Bewegung die gewöhnlichere. Diese Wirkung der einzelnen Blutkörner auf einander tritt aber nur dann ein, wenn die Kraft, welche sie alle in die gemeinsame Bewegung versetzt, zu wirken aufhört, kann also nicht den Blutlauf bewirken. — [Zusatz von J. Müller. Wenn man einen Blutstropfen vom Frosche unter das Mikroskop bringt und die Blutkörner mit oder ohne Wasser sehr zerstreut, so bemerkt man zuerst das bekannte Durcheinanderfahren, welches man auch an jeder anderen Kügelchen enthaltenden Flüssigkeit, z. B. Milch, die vorher bewegt war, sieht, und welches ganz mechanische Ursachen hat. Später, wenn die Blutkörner zur Ruhe gekommen sind, sieht man bei sehr aufmerksamer Beobachtung einzelne derselben sich sehr langsam einander nähern bis zur Berührung. An Menschenblute habe ich dies nie beobachten können, da hier die Gerinnung und, wenn der Tropfen sehr ausgebreitet ist, die Verdunstung und Trocknung des warmen Blutes zu schnell erfolgt.] Ist aber die Bewegungskraft im Blute als Masse, so kann sie entweder in einer beigemengten, bewegenden Substanz, oder in der Substanz des Blutes selbst ihren Sitz haben. b) Ersteres ist die Theorie Rosas, nach welcher das Blut die Pulsation der Arterien hervorbringt, aber, da es in den Venen nicht pulsirt, dies nicht als Blut, sondern nur vermöge des in ihm enthaltenen elastisch-geistigen Theiles der Luft, der durch die Lungen aufgenommen worden ist, leistet (Nr. 579. I. p. 149 sq. 189 sq.). Indessen ist dies eine mystische, d. h. nicht auf die Analogie sicherer Thatsachen gegründete, sondern über den Kreis der Erfahrung hinausgehende und eine unbekannte, eigenthümliche Kraft statuirende Theorie. Wir wissen weder von einem geistigen Theile der Luft, noch von einer regelmäßig wechselnden Ausdehnung und Zusammenziehung durch die einer tropfbaren Flüssigkeit beigemischte Luft; wir sehen, daß das Blut auch ohne Pulsation strömt, und daß die Lungenarterie, ehe ihr Blut in die Lungen gekommen ist, pulsirt; wir können endlich durch künstliches Athmen zwar Luft zum Lungenblute bringen, aber dadurch den Blutlauf nicht fortdauernd unterhalten. — c) Dem Blute als solchem

müßte also eine eigenmächtige Bewegungskraft zukommen, und unsere Blicke richten sich hier zuvörderst auf die Blutkörner. Wir können uns aber nicht begnügen, in den Blutkörnern eine eigene innere Lust am Laufen, ohne welche die Gewalt des Herzens wenig frommen würde (Nr. 539. S. 49), anzuerkennen; denn soll dadurch ausgedrückt werden, daß das Blut darum läuft, weil es in seiner Natur liegt, zu laufen, so heißt dies auf alle Erklärung verzichten. d) Die Blutkörner erscheinen uns als organische Elementartheile. Autenrieth (Nr. 97. I. S. 149) sagt von ihnen, sie seyen festweiche Theile, also einer Lebensbewegung fähig: allein mit der Möglichkeit ist noch nicht die Wirklichkeit gegeben, sonst müßten auch die Nerven sich bewegen. Gruithuisen (Nr. 161. S. 93) beweist ihre thierische Natur und Bewegungskraft dadurch, daß sie auf den Reiz des Wassers sich zusammenziehen: allein thierische Reizbarkeit äußert sich dadurch, daß ein Theil bei einer Einwirkung seine räumlichen Verhältnisse ändert und hierauf wieder herstellt, also sich dagegen behauptet; mit der Veränderung ihrer Gestalt, Cohäsion und Ausdehnung im Wasser verlieren aber die Blutkörner ihr Daseyn: es ist also eine leblose, rein chemische Wirkung, gleich der Veränderung jeder Substanz bei der Auflösung in ihrem Menstruum. e) Die Blutkörner haben Ähnlichkeit mit organischen Wesen: die Behauptung ihrer Gränze und Individualität ist nach Döllinger (Nr. 176. VII. S. 186) Beweis eines infusoriellen Lebens. Hiermit ist aber wohl mehr die Analogie als die Identität ausgedrückt. Die Blutkörner vermögen nicht, wie organische Wesen, ihre Individualität zu behaupten, sondern zeigen ihre vollkommene Abhängigkeit vom Leben des Organismus: sie fließen zusammen und verschmelzen, sobald das Herz still steht, und der Blutlauf deshalb stockt; noch früher zeigen sie sich als leblose Massen, wenn das Blut aus dem Wirkungskreise des lebenden Organismus gerissen ist. Sie erscheinen uns als organische Theile, die gleich allen anderen eigenthümlich gestaltet, dabei aber auch vollständig abgegränzt sind, weil sie nur durch das flüssige Medium, in welchem sie schwimmen, mit dem Organismus zusammenhängen. Daß das Band, welches sie mit dem Ganzen verknüpft, kein festes Gebilde, sondern eine Flüssigkeit ist, beweist nur, daß sie die=

jenigen organischen Theile sind, in welchen die Beweglichkeit ihren höchsten Grad erreicht. Da es auch festsitzende, angewurzelte Organismen giebt, so könnten wir, nach den Gestaltungsverhältnissen zu urtheilen, mit gleichem Rechte alle organischen Gebilde und jedes Haar für eigene organische Wesen halten, wie man denn freilich auch solche, dem Ernste der Wissenschaft fremde Spiele der Phantasie sich erlaubt hat. f) Mayer (Nr. 526. S. 76) erklärt die Blutkörner für Urthiere, mit autonomischem Leben, Bewegungskraft, Sinn und Verwandlungsvermögen begabt; und in der That muß Jeder, der dem Blute eigenmächtige Bewegung zuschreibt, auf diese Ansicht kommen, denn es giebt in der ganzen Natur keine ursprüngliche, eigenmächtige, von Zug und Stoß unabhängige Bewegung, außer der von der Seele bestimmten. Wenn man an einem Körper Bewegungen bemerkt, deren mechanischer Grund unbekannt ist, so ist man im gemeinen Leben geneigt, ihn für lebendig, d. h. für beseelt zu halten, wie man denn selbst das regulinische Quecksilber wegen seiner Lust zu laufen lebendig nennt. So konnte man denn auch beim ersten Blicke auf den Blutlauf die Blutkörner für lebendige Wesen erklären, und in den bei der Fäulniß eintretenden Strömungen des Blutes (§. 638, b) ein erwachendes Leben, ja einen den heimlichen Mörder anklagenden Geist zu erkennen glauben. Zu solchem Volksglauben kehrt die mystische Lehre von dem eigenen Leben der Blutkörner zurück; denn mystisch ist sie, indem sie dieselben für selbstbewegend, also für Thiere erklärt, ungeachtet sie keine Spur beseelten Lebens zeigen. In der That kennt man keine Thiere, die rastlos und unausgesetzt laufen, bis sie untergehen; die ohne alle individuelle Bewegung und Willkühr in vollständigem Einklange unter einander dieselbe Bahn unausgesetzt verfolgen. Wir sehen den Blutstrom seine Richtung ändern, wie die Bedürfnisse und Zwecke des Lebens wechseln, bald zur Ernährung des Embryo gegen den Fruchthälter (§. 346, a), bald zu Ernährung des Neugeborenen gegen die Brüste (§. 521) sich verstärken, nach der Geburt von dem Fruchtkuchen ab und gegen die Lungen sich wenden (§. 508), zur Zeit der Pubertät gegen die Genitalien, und überall gegen die Organe, welche jetzt eben sich entwickeln sollen, anstreben: werden diese für den Zweck des Organismus berech=

neten Bewegungen durch Milliarden von Thierchen bewirkt, so müssen wir denselben eine Weisheit, Einmüthigkeit und Uneigennützigkeit zugestehen, von der auf dieser Erde kein Beispiel sich findet. Indessen zeigen diese angeblichen Thierchen doch auch einen gewissen Trotz: denn wenn sie aus der Ader eines gesunden Thieres unmittelbar in die Ader eines verbluteten Thieres derselben Gattung, dessen Herz seine Reizbarkeit schon verloren hat, getrieben werden, so hören sie schlechterdings auf zu laufen. Nach Mayer (a. a. O. S. 48. fgg.) sollen übrigens auch die Körner des Pflanzensaftes zu derselben Classe der Elementarthiere (Stöchiozoen, Lebenskügelchen, Biosphären) gehören und das eigentlich Lebendige der Pflanze ausmachen; ihre Ströme aber sollen durch die Lebenskraft zusammengehalten werden, was freilich sich schwer zusammenreimen läßt, wenn man sich nicht etwa unter Lebenskraft einen politischen Gemeingeist denkt. g) Allein, wenn anders die sinnliche Erfahrung bei Erkenntniß einer sinnlichen Erscheinung, dergleichen doch der Blutlauf ist, etwas gelten soll, so müssen wir anerkennen, daß die Blutkörner schwimmen und vom Strome getrieben werden (§. 688, b. 713, a) so gut wie die Luftbläschen, die zufällig dem Blute beigemengt sind (§. 715, b), oder das blausaure Kali (§. 716, b) oder irgend eine fremde flüssige Substanz, die man in die Adern bringt. Wenn also das Blut eine eigenmächtige Bewegungskraft hat, so kann diese nur dem Blutwasser zukommen. Dies scheint Schmidt (Nr. 507. S. 43) anzuerkennen, indem er sagt, das Blut bewege sich durch eigene Kraft nur als Masse, wobei die Körner mit fortgetrieben werden, weil das Ganze sich bewegt, und wobei sie ihre äußere Lage gegen einander nicht ändern. Daß aber eine tropfbare Flüssigkeit, unabhängig von adhäsiver Verwandtschaft, Druck und Schwere, durch eigene Kraft sich bewege, ist ohne Beispiel und nur in einer mystischen Theorie gültig.

§. 740. Erscheint uns nun die selbstständige Bewegungskraft als undenklich, so könnten wir doch einen wesentlichen Umstand übersehen haben und durch die Wirklichkeit widerlegt werden, und so müssen wir denn untersuchen, ob die Erfahrungen, auf die man sich bei der Annahme dieser Kraft beruft, nicht eine andere Erklä-

rung zulassen. A) Aristoteles hatte die Gerinnung des Blutes von dessen Fasern, die gleich den Muskelfasern einer Zusammenziehung und Ausdehnung fähig seyen, abgeleitet (No. 95. II. p. 69), und in neueren Zeiten nahm Hunter das Gerinnen für eine Muskelwirkung und Lebensäußerung des Blutes. An dem geronnenen Faserstoffe wollten Tourdes und Circaud durch den Galvanismus Bewegungen hervorgebracht haben (Nr. 180. Nr. 71. p. 179); doch wurde diese Beobachtung durch anderweitige Versuche nicht bestätigt. Dagegen sah Heidmann theils unterm Mikroskope, theils mit bloßen Augen an dem netzförmigen Gewebe, welches ein Tropfen Blutes bei seinem Gerinnen bildete, zehn Minuten lang ununterbrochene Bewegungen, welche die größte Ähnlichkeit mit schwachen Contractionen und Dilatationen von Muskelfasern hatten und am Rande des Tropfens nach Anwendung des Galvanismus wieder auf zwei Minuten hervorgerufen wurden (Nr. 184. VI. S. 425. fgg.). Auch Treviranus (Nr. 100. IV. S. 557. 655 fgg.) und Gruithuisen (Nr. 161. S. 89) sahen solche zuckende Bewegungen, die durch den Galvanismus verstärkt wurden; war das Thier, dessen Blut untersucht wurde, durch Blutverlust geschwächt, oder sein Rückenmark durchschnitten, so traten nach Ersterem die Bewegungen nur schwach oder gar nicht ein. Aber in der That sind sie überhaupt nur seltene Erscheinungen, wie sie denn Schröder (Nr. 502. p. 59) für optische Täuschungen erklärte. Mögen sie indeß auch wirklich seyn, so können sie doch nicht als Lebensäußerungen betrachtet werden, da sie nur beim Gerinnen eintreten, die hierbei vor sich gehende Veränderung der Cohäsion aber, die mit dem Erlöschen des Blutlebens verbunden ist, nicht ohne Bewegungen erfolgen kann. Überdies sind sie dem Blute nicht eigenthümlich, sondern kommen nach Schröder (a. a. O. p. 70) auch an verdünntem und gekochtem Serum, und nach Treviranus selbst am Safte des Eierstockes, am stärksten aber an der Samenfeuchtigkeit des Frosches vor. B) Noch mehr Gewicht hat man auf das Wimmeln gelegt, welches man an frisch gelassenem Blute unter dem Mikroskope sieht (§. 687, b). Entweder entsteht bald hier, bald da ein Wirbel, woraus sich ein Strom von Blutkörnern ergießt, oder diese sind ohne Ausnahme

in wirbelnder Bewegung begriffen (Nr. 100. IV. S. 655) und bewegen sich schnell durch einander wie aufgeregte Ameisen (Nr. 161. S. 88). Wenn man dabei geschlängelte Cylinder oder ein unbegränztes Flimmern sieht, so beruht dies auf optischer Täuschung; dagegen ist jene wimmelnde Bewegung wirklich, denn sie ist sowohl im Sonnenlichte als bei gewöhnlicher Tageshelle sichtbar und hört vor Ablauf einer Minute auf, nicht nur, wie Treviranus angiebt, in dem dann gerinnenden Blute, sondern auch in abgesondertem Cruor, der nur durch Verdunstung seine Cohäsion noch ändert. Gleichwohl können wir sie nicht als eine Äußerung eigenen Lebens betrachten, denn a) man sieht sie nie innerhalb des lebenden Körpers, sondern nur außerhalb, wo die Blutkörner der Luft ausgesetzt und im Begriffe sind, zu zerfallen. Diese Bewegung dauert ferner nie über eine Minute, aber sie tritt zu jeder beliebigen Zeit ein, wo man einen Tropfen Cruor von der übrigen Masse wegnimmt und unter das Mikroskop bringt: so entstand sie nach Schröders (a. a. O. p. 59) Beobachtung in einem Tropfen, der eine halbe Stunde nach dem Tode aus der Hohlvene genommen war, und ich sah in Cruor, der aus dem vor neun Stunden geronnenen Blutkuchen gepreßt war, die Körner am Rande des Tropfens bewegungslos, die in der Mitte desselben aber so lebhaft wie gewöhnlich auf- und niedersteigen und durch einander fahren, bis der Tropfen sich zu verdicken anfing. b) Das Wimmeln hat nicht den Charakter willkührlicher Bewegung. Infusionsthiere ruhen und bewegen sich dann plötzlich, schwimmen schnell, dann wieder langsam, bald hierhin, bald dorthin, kurz bei gleichen äußeren Verhältnissen auf mannichfaltige Weise, die Individuen gleichzeitig von einander verschieden, und jedes einzelne in der Zeitfolge verschieden. Dagegen die Bewegung der Blutkörner ist ganz gleichförmig; sie ist ein Aufwallen, ähnlich dem Sieden irgend einer Flüssigkeit, wo die erhitzten Theile aufsteigen, herabsinken und durch einander strömen. Sie hat mit der willkührlichen Bewegung eines Thieres viel weniger Ähnlichkeit als die peristaltische Bewegung des Darmcanales, den doch nur der Aberwitz für ein eigenes Thier erklären kann. c) Man sieht ähnliche Bewegungen in anderen organischen Flüssigkeiten, denen wir kein eigenes Leben und keine ei-

genmächtige Bewegung zuschreiben können. Die Klümpchen Eiweißstoff, die nach 48 Stunden bis nach 8 Tagen in dem in einer Glasröhre aufbewahrten Serum durch Gerinnung entstanden waren, sahen Bauer und Faraday in der Mitte der Röhre in gerader Linie aufsteigen, einen halben Zoll von der Oberfläche sich nach allen Seiten ausbreiten, dann dicht an den Wänden herabgehen und von der Nähe des Bodens mit vermehrter Schnelligkeit wieder sich erheben (Nr. 185. V. S. 380); Gruithuisen (a. a. O. S. 168) sah im Dotter eines bebrüteten Hühnereies Kügelchen von sehr verschiedener Größe, zum Theil auch von nicht genau begränzter Gestalt, in träger Bewegung immerfort begriffen; und Schultze (Nr. 534. S. 27) beobachtete solche wirbelförmige Bewegung auch an den Kügelchen der Milch und der Nerven, so wie an den Klümpchen des Schleimes und des Pigmentes. d) Endlich kommen sie auch in leblosen, unorganischen Substanzen vor. Robert Brown bewies, daß äußerst kleine Theile irgend eines festen Körpers, von denen die kleinsten sphärisch zu seyn und $\frac{1}{20000}$ Zoll im Durchmesser zu haben schienen, wenn sie in einer Flüssigkeit schweben, Bewegungen zeigen, die durch ihre Unregelmäßigkeit denen der Infusionsthiere ähnlich seyn sollen; und behauptete, diese Moleculen seyen zwar nicht beseelt, aber activ, und ihre Bewegungen von Strömung, Verdunstung, Luftentwickelung, Schwere, Anziehung und Abstoßung unabhängig. Diese Bewegungen sind erwiesen; was aber ihren Grund anlangt, so scheint R. Browns Erklärung aus folgenden Gründen (e—g) ganz unstatthaft. e) Nämlich der Bestimmungsgrund zu einer Bewegung liegt entweder innerhalb oder außerhalb dessen, was sich bewegt. Die Materie ist äußeres Daseyn, hat Bewegungskräfte, aber setzt dieselben erst bei gewissen räumlichen Verhältnissen und äußeren Gegensätzen in Thätigkeit; nur die Seele ist ein immerfort thätiges Inneres, und nur der beseelte Körper findet in sich, unabhängig von äußeren mechanischen Verhältnissen, Anlaß zu Bewegungen, oder bewegt sich eigenmächtig. Also müssen jene Moleculen entweder beseelt seyn, oder nur nach mechanischen Gesetzen, nicht durch selbsteigene Kraft, sich bewegen. f) Sind sie beseelt, so finden wir Seele und Leben in den Elementartheilen der unorganischen, leblosen und seelenlosen

Körper und können uns denken, wie dieselben in einer anderen Verbindung auch lebendige und beseelte Körper bilden können. Allein wir haben schon erkannt, daß aus solchen Moleculen kein lebendiger Organismus zu Stande kommen kann (§. 312), daß das Lebendigmachende nicht in einer Vielheit von Parzellen, sondern in dem Principe der Einheit des Vielfältigen besteht (§. 262. 365, g. 368, e) und auf dem Unendlichen beruht (§. 367, d. 476. 643); wohl giebt es ein allgemeines Leben: wer es aber nicht in der ideellen Anschauung, sondern in dem Kribbeln von Stäubchen sucht, der wird es nie finden und nie eine naturgemäße Ansicht vom individuellen Leben, als einer eigenthümlichen Form des Daseyns, gewinnen. g) Gesetzt aber auch, wir wollten glauben, daß der Felsen aus lebendigen Moleculen, die durch ihr Beisammenseyn eine leblose Masse gäben und, nach einer durch Jahrtausende fortgesetzten Bindung endlich von einander befreit, lebendige Bewegung äußern könnten, so könnten wir doch nicht diesen sichtbaren Stäubchen, sondern ihren chemischen Elementen Leben zuschreiben, denn nicht bloß der gepulverte Kiesel, sondern auch Fensterglas, nicht bloß ein organisches Fäserchen, sondern auch die Kohle verbrannter organischer Körper zeigt nach R. Brown dieselben Bewegungen. Wie aber diese hier an neugebildeten Körpern oder Kunstproducten hervortreten, so sind auch überhaupt alle solche Moleculen nichts anderes als Kunstproducte, d. h. zufällig oder durch unsere Willkühr gebildet, wie Schultze (Nr. 534. S. 24) erwiesen hat. Nämlich durch das Pulvern theilen wir einen Körper in runde Stäubchen, die wir größer oder kleiner machen können, je nachdem wir mehr oder weniger stoßen und reiben wollen, die aber auf gleiche Weise sich bewegen. Wären sie im ungetheilten Körper wirklich schon vorhanden, so müßten sie entweder unmittelbar an einander haften, oder durch andere Substanz verbunden seyn; im ersteren Falle müßten sie bei gleicher Größe auch gleich große Zwischenräume bilden und allen Körpern gleiche Porosität geben, was doch nicht der Fall ist; und im letzteren Falle müßte die verbindende Substanz sichtbar seyn, die eben so wenig zu erkennen ist. Alle Atomistik überhaupt ist nur eine Krücke der Einbildungskraft, um die quantitativen Verhältnisse der Kräfte sich zu versinnlichen; will

man aus dieser Krücke einen Zauberstab machen, der die Geheimnisse der Natur aufschließen soll, so kann man nur durch die Gaukelei eines Schamanen Andere oder auch sich selbst täuschen. — Schultze (ebd. S. 15—19. 27) hat nachgewiesen, wie jene Strömungen durch Verdunstung, durch ungleiche Benetzung, Ansaugung und Lösung, so wie durch Anziehung von Festem und Flüssigem entstehen; gesetzt aber auch, wir könnten in manchen Fällen ihren Grund nicht näher nachweisen, so müssen wir doch mit Bestimmtheit annehmen, daß er nicht in einer inneren lebendigen Kraft, sondern in einem äußeren mechanischen Verhältnisse besteht. b) Um nun dies auf das Wimmeln der Blutkörner anzuwenden, so kann die Schwere, welche G. L. Treviranus (Nr. 186. I. S. 162) als Grund angiebt, oder die von der Stoßkraft des Herzens herrührende Bewegung, welche J. Müller (Nr. 189. 1824. S. 277) mit in Anschlag bringt, zuweilen mitwirken, wiewohl jene Bewegung auch an dem auf vollkommen wagerechter Ebene ruhenden und längst schon dem Einflusse des Herzens entzogenen Cruor bemerkt wird. Einen bleibenderen Antheil aber hat wohl die Veränderung der Cohäsion, welche bei der Gerinnung und Verdunstung eintritt, und mit welcher wohl auch die Entwickelung elektrischer Verhältnisse sich verbindet. Auch die Wärme hat Einfluß: wenn bisweilen keine Bewegung merklich ist, und man läßt einen Sonnenstrahl auf das Blut fallen, so wird sie deutlich; auch beobachtete Haller (Nr. 152. I. p. 65) Ähnliches selbst an dem in den Adern umlaufenden Blute, indem die an einer Stelle stockenden Blutkörner bei der Hitze einer genäherten Lichtflamme sich von einander sonderten, sich zerstreuten und von der erhitzten Stelle wegflossen. In Bauers und Faradays oben (c) angeführen Experimenten war die Wärme der Hand, womit das untere Ende des Glascylinders gehalten wurde, Ursache der Bewegung: die erwärmten Klümpchen Eiweißstoff stiegen im Serum auf, erkalteten und sanken wieder unter. Aber schon die Ungleichheit der Temperatur in einer senkrecht gestellten Glasröhre bei gewöhnlicher Temperatur ist hinreichend, eine kreisende Bewegung hervorzubringen: Le Baillif und Dutrochet sahen dies, wenn sie dem Wasser in der Röhre ein feines Pulver oder einige Tropfen Milch zugesetzt hatten, indem

diese Substanzen an der am meisten erwärmten Seite auf-, und an der entgegengesetzten Seite herabstiegen, den Tag über mit einer dem Grade des Lichtes und der Wärme entsprechenden Stärke so circulirten, des Nachts aber, so wie bei Bedeckung der Röhre mit einem undurchsichtigen Körper sich zu bewegen aufhörten (Nr. 196. XXVI. S. 280). Vielleicht, daß der Lauf der Säfte in den Pflanzen auf diesem Verhältnisse mit beruht. — Eben so rührt es nach Treviranus (Nr. 568. I. S. 239) von der ungleichen Wärme her, wenn Asche oder Harzstäubchen, auf Wasser gestreut, beim Darüberhalten der Fingerspitze nach einigen Secunden sich im Kreise zu bewegen anfangen. Besonders wirksam ist das Sonnenlicht: bei dessen Einwirkung sah schon Zenker (Nr. 189. 1824. S. 336) in jeder Flüssigkeit, worin farbige Stäubchen suspendirt sind, eine lebhafte Bewegung, und nach Dutrochet werden die Blutkörner durch das Sonnenlicht in Bebung versetzt, so daß man in den Adern eines abgeschnittenen Stückes vom Gekröse eine wimmelnde und strömende Bewegung sieht, die den Blutlauf an Schnelligkeit übertrifft, während doch dabei aus den durchschnittenen Gefäßen kein Blut ausfließt (Nr. 423. XXV. p. 579). — [Zusatz von J. Müller. Wenn man die Täuschungen einer flimmernden, aber sehr undeutlichen Beleuchtung von intensivem, durch durchsichtige Theile refrangirtem Sonnenlichte vermeidet, so bemerkt man in den Capillargefäßen niemahls die geringste Spur einer selbstständigen Bewegung der einzelnen Blutmoleculen, noch der sie tragenden Flüssigkeit. Ich habe den Blutlauf seit neun Jahren in den verschiedensten Theilen bei jeder sich darbietenden Gelegenheit mit verschiedenen Instrumenten beobachtet; niemahls habe ich bei gehöriger Beleuchtung, wobei alle Blutkügelchen deutlich sichtbar waren, die geringste Spur einer selbstständigen, von dem allgemeinen Blutstrome unabhängigen Bewegung der Bluttheilchen wahrgenommen. Man überzeugt sich, daß die einzelnen Kügelchen in dem allgemeinen Strome sich ganz passiv verhalten, auch beim Comprimiren der Gefäße des zu untersuchenden Theiles, auch beim Drucke auf das ganze Glied: Alles steht dann mit einem Male still, und die Kügelchen zeigen jetzt so wenig als sonst eine Spur gegenseitiger Veränderung oder Anziehung. Wenn man aber intensives

Sonnenlicht auf durchsichtige Theile anwendet, so hört alle Klarheit des Bildes und der Gränzen wegen des Lichtspieles auf; man sieht nicht mehr das Strömen der Kügelchen, sondern einen allgemeinen Ausdruck flimmernder Bewegung, wobei man oft selbst nicht mehr die Richtung des Stromes unterscheidet. Unter diesen Umständen refrangiren nämlich die Kügelchen des Perenchymas und des Blutes das Sonnenlicht nach den verschiedensten Richtungen. Dieselbe Täuschung hat man, wenn man irgend eine Flüssigkeit, worin Kügelchen enthalten sind, wie Milch, über den Objectträger fließen läßt, oder auch wenn klares Wasser über ein mikroskopisch betrachtetes matt geschliffenes Glas fließt. — Abgesehen davon, daß eine eigenmächtige Bewegung einer Flüssigkeit in bestimmter Richtung ohne Wechselwirkung durch Anziehung oder Abstoßung unbegreiflich, ja absurd ist, so habe ich die Thatsachen, welche man für diese Annahme anführt, wohl zum Theil bestätigt gefunden, aber nie eine solche Schlußfolge daraus ziehen können. Wenn man auf einen nassen, abgeschnittenen Theil intensives Sonnenlicht einwirken läßt, so trocknet und runzelt sich die Oberfläche schnell, und es werden dadurch die Haargefäße schnell verengert und entleert, was jenen Schein von Flimmern gewährt. Man wird daher an einem abgeschnittenen Fledermausflügel noch viele Stunden lang stellenweise, aber nur da, wo man das intensive Sonnenlicht augenblicklich einwirken läßt, eine Spur von Bewegung in den Haargefäßen oder das genannte Flimmern bemerken. Bringt man Wasser auf eine solche austrocknende und sich zusammenziehende Stelle, so hört das Zusammenschrumpfen, und damit auch das Flimmern auf einige Augenblicke auf, beginnt aber sogleich wieder mit der Verdunstung, Austrocknung und Zusammenziehung der Oberfläche. Dies habe ich außerordentlich schön an einem abgeschnittenen Fledermausflügel Stunden lang mit Hrn. Morris beobachtet: man sah hier das Runzeln und Zusammenziehen der Oberfläche mit bloßen Augen, sobald intensives Sonnenlicht auf eine Stelle einwirkte. Um die Passivität dieser Erscheinung wo möglich ganz außer Zweifel zu setzen, ließ ich den Flügel anderthalb Tage liegen, worauf er zwar wegen der natürlich eingeölten Oberfläche nicht ganz ausgetrocknet, aber doch sehr zusammengeschrumpft war: man konnte

ihn sicher als rein abgestorben betrachten. Ich befeuchtete ihn wieder und ließ das Sonnenlicht darauf einwirken: sobald nun das sichtbare Runzeln der Oberfläche eintrat, sah ich auch wieder durch das Mikroskop die flimmernde Bewegung im Inneren, welche aufhörte, sobald diese Stelle getrocknet war, und nach neuer Befeuchtung wieder begann. Ich halte daher alle Gründe, von Erscheinungen an abgeschnittenen Theilen hergenommen, für ungenügend, um die Annahme einer selbstständigen Propulsivkraft des Blutes zu rechtfertigen. — Was die Bewegungen der Blutkörner in dem ausfließenden und gerinnenden Blute betrifft, so habe ich sie nie für selbstständig ansehen können. Eine Flüssigkeit, welche in vollem Strömen war, deren Theilchen durch ein Netz feinster Gefäße getrieben worden, zeigt, tropfenweise mikroskopisch betrachtet, einige Zeit lang nothwendig noch ein Durcheinanderfahren ihrer Moleculen. Jeder Tropfen einer Flüssigkeit, die Moleculen enthält und nach einer passiven, rüttelnden Bewegung tropfenweise schnell untersucht wird, verhält sich hierin ganz wie das Blut. Am Blute der höheren Thiere und des Menschen kommt bei der ansehnlichen Temperatur desselben noch die schnelle Verdunstung in Betracht. Die Vereinigung der Blutkügelchen beim Gerinnen scheint mir auch mit keiner activ lebendigen Bewegung verbunden.] C) Andere Arten von Bewegung hat man am Blute gesehen, wenn es entweder aus der Ader getreten und in unmittelbare Berührung mit thierischer Substanz getreten war, oder innerhalb der Ader zu stocken begann. i) Haller (Nr. 152. I. p. 119) sah Blutkörner, die zwischen die Blätter des Gekröses gerathen waren, sich schnell bewegen und im Zellgewebe an der Ader, aus der sie getreten waren, wie in Canälen, laufen, auch (ebd. p. 121) abwechselnd herauf- und herabsteigen; oder (ebd. p. 120) von der Vene, aus der sie getreten waren, zu der ihr parallelen Arterie gehen, an derselben heraufsteigen, von ihr wieder abweichen und abwärts gehen, oder auch (ebd. p. 238) am Darme eben so herauf- und herabgehen. Wedemeyer (Nr. 529. S. 345 fg.) beobachtete eine kreisförmige Bewegung derselben am Gekröse, die nicht durch Schwere bestimmt werden konnte. Endlich berichtet Kaltenbrunner, daß die beim Aufhören des Blutlaufes in das Parenchyma der Schwanzflosse von

Fischen ausgetretenen Blutkörner sich nach einiger Zeit wieder in Bewegung setzen, sich losreißen und in rundliche Haufen sich sammeln, welche länglich werden, Strömchen bilden und die Richtung der Venen annehmen, zum Theil auch in größere Gefäße einmünden, worauf die Bewegung allmählig aufhört (Nr. 196. XVI. S. 309). Die letztere Beobachtung, welche wohl einer weiteren Bestätigung bedarf, abgerechnet, lassen sich diese Erscheinungen wohl von Stoß und Zug ableiten: die aus ihrem Strome gestoßenen Blutkörner müssen noch eine Strecke laufen und, wo sich ihnen ein Hinderniß in den Weg stellt, zurückkehren; der Druck zwischen den Blättern des Gekröses kann an verschiedenen Stellen verschieden seyn; vorzüglich aber können organische Gebilde, so wie festsitzende Haufen von Blutkörnern oder Strömungen derselben eine anziehende Kraft ausüben. k) Wenn der Herzschlag aufgehört hatte, sah Haller (a. a. O. p. 230) die Blutkörner in den Adern, die dabei unbeweglich blieben, vorwärts und rückwärts gehen und endlich die Ader, in der sie waren, ganz verlassen. Wir finden hierin nur die mechanischen Erscheinungen des allmähligen Aufhörens einer Strömung: sie findet bei der Schwächung ihrer Kraft Hindernisse, schwankt hin und her (§. 714. g—l), bis sie durch den Druck der Wandung dahin getrieben wird, wo sie den wenigsten Widerstand findet. Mayer (Nr. 526. S. 72) sah in den Venen des ausgeschnittenen Gekröses von einem Frosche drei Ströme, zwei seitliche, die in gleicher oder entgegengesetzter Richtung auf- und abwogten, und einen in der Axe, dessen Körnchen sich größtentheils nur umwälzten oder um sich selbst drehten; er erkannte in diesen Erscheinungen, die außer ihm Niemand noch beobachtet hat, ein Streben des Blutes, eine kreisende Richtung anzunehmen, woran es dadurch gehindert wird, daß die Ader nach beiden Seiten hin offen ist, und fand (ebd. S. 76) in dem Instincte der Blutkörner, eine Kreisbewegung zu machen, eine Erleichterung des Überganges aus den Arterien in die Venen. Wenn Rosa berichtet, ein sechs Zoll langes, doppelt unterbundenes und ausgeschnittenes Stück einer Arterie habe in seiner Hand zwei Stunden lang gebebt und pulsirt, und ein mit Blut gefüllter Darm habe ebenfalls pulsirt (Nr. 579. I. p. 301), so müssen wir glauben, daß er, von seinen Voraus-

setzungen verblendet, unrichtig beobachtet hat, denn kein Anderer hat je etwas Ähnliches gesehen. D) Alle bisher (A — C) angegebenen Bewegungen treten einzig dann hervor, wenn der Blutlauf erlischt, oder das Blut, aus dem Kreise des Lebens gerissen, den Charakter, welchen es in diesem behauptet hatte, aufgiebt und sich zu zersetzen beginnt, und dies ist mit ein Grund, warum wir sie nicht als Lebenszeichen anerkennen. Indessen finden sich auch im lebenden Körper Bewegungen des Blutes, die nicht vom Herzen herrühren. Döllinger (Nr. 539. S. 22 fg.) sah bei Fischembryonen oft einzelne Blutkörner, getrennt von ihren Strömchen, sich durch den Thierstoff hinwinden, und erkannte so, daß sie den Grund ihrer Bewegung in sich selbst haben; er beobachtete, wie die Verzweigungen dadurch entstehen, daß zuerst ein Körnchen vom Strome abgeht, allmählig in den Schleim eindringt, ruht, zurückgeht, wieder vorwärtskommt, bald langsamer, bald schneller, und sich so einen neuen Weg bahnt, welchem bald mehrere folgen, bis ein neues Strömchen als Zweig daraus entsteht. Allein wir haben Grund, zu fragen, auf welche Weise wohl die Blutkörner die regelmäßigen Strömungen, z. B. in den Kiemengefäßen und ihrer Metamorphose (§. 442, b), zu Stande bringen, wenn jedes derselben nur durch eigene Kraft und Lust zum Laufen bestimmt wird? Dies scheint in der That unbegreiflich, und um nicht den Kreis unseres Begreifens enger zu begränzen, als es vielleicht nöthig ist, müssen wir einen anderen Grund, der den Umlauf des Blutes bestimmt, zu entdecken suchen. Wir dürfen aber hoffen, ihn in der Wechselwirkung des Blutes mit den Organen zu finden, zu welcher wir uns nun wenden.

Dreizehntes Buch.

Vom Blutleben.

Wirkung des Blutes auf den Organismus.

§. 741. Die Streitfrage, ob das Blut lebe oder nicht, ist veraltet und gehört einer Zeit an, wo man das Leben aus einer Einzelnheit abzuleiten bemüht war. Das Blut für sich und außerhalb des Organismus ist todt; insofern es aber einen Theil des Ganzen ausmacht, ist es lebendig, d. h. es ist einerseits für das Gesammtleben nothwendig, trägt dazu bei, wirkt insofern belebend auf die Organe und steht andererseits unter dem Einflusse des Gesammtlebens, wird durch die Thätigkeiten der verschiedenen Organe so bestimmt, daß es die zu jener Einwirkung erforderliche, eigenthümliche Beschaffenheit behält, der Gerinnung und Fäulniß widersteht u. s. w. Seinen Antheil am Gesammtleben offenbart es zuvörderst in seinen Wirkungen auf den übrigen Organismus; diese aber erkennen wir zunächst aus den Folgen einer ungewöhnlichen Vermehrung oder Verminderung seiner Quantität. A) Was die Verminderung betrifft, so bemerkt man a) bei Mangel einer gehörigen Quantität Blut, sey er nun durch verhältnißmäßig zu geringe Blutbildung oder durch Blutverlust herbeigeführt worden, Kleinheit des Pulses, Bleichheit und Welkheit der Theile, geringere Wärmeerzeugung, unvollkommene Ernährung, sparsame oder wässerige Secretionen, verminderte Schärfe der Sinne, Muskelschwäche und Trägheit. b) Bei einem stärkeren Blutverluste tritt außer der Bleichheit und Kälte der Haut, so wie der vermehrten Frequenz und dem bisweiligen Aussetzen der Herzschläge, Mattigkeit, Schwindel, Schwinden der Sinne, Verlust des Bewußtseyns und Ohnmacht ein, und endlich hört, oft nach convulsivischen Bewegungen, alle Äußerung des Lebens auf. Dieser Zustand ist aber anfänglich nur Scheintod, d. h. Suspension der Lebensäußerungen

durch Mangel ihrer äußeren Bedingung, und läßt sich durch Füllung der Adern mit dem Blute eines lebenden Individuums heben; geschieht dies aber nicht bald, so erlischt die Lebensthätigkeit und läßt sich durch keine Infusion fremden Blutes wieder wecken. Da nach Maaßgabe der Umstände die Wirkung sehr verschieden ist, so läßt sich kein allgemeiner Maaßstab für die zu Unterhaltung des Lebens unbedingt nöthige Blutmenge festsetzen. Nach Rosas Beobachtungen trat der Scheintod bei jüngeren Kälbern ein, wenn sie 3 bis 6 Pfund oder $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{20}$ ihres Körpergewichtes, bei älteren erst, wenn sie 12 bis 16 Pfund oder $\frac{1}{11}$ bis $\frac{1}{9}$ ihres Körpergewichtes verloren hatten; der Scheintod erfolgte bei einem Lamme nach einem Verluste von 28 Unzen oder $\frac{1}{28}$ seines Körpergewichtes, bei einem Hammel von 61 Unzen oder $\frac{1}{23}$ des Körpergewichtes (Nr. 494. II. S. 133); nach Hales (Nr. 484. S. 17) bei einem Pferde von 33 Pfund oder $\frac{1}{25}$ des Körpergewichtes; nach Blundell (Nr. 169. p. 66. sq. 94. 99) bei Hunden bisweilen schon nach dem Verluste von 9 Unzen oder $\frac{1}{30}$ des Körpergewichtes, bisweilen von 1 Pfund oder $\frac{1}{10}$ des Körpergewichtes; nach Piorry kann man Hunden $\frac{1}{25}$ ihres Körpergewichtes an Blut entziehen, ohne daß der Tod erfolgt, der aber eintritt, wenn einige Unzen Blut mehr ausfließen (Nr. 196. XIII. S. 189). Im Durchschnitte kann man annehmen, daß der Tod eintritt, nachdem $\frac{3}{4}$ oder $\frac{7}{8}$ der Blutmasse verloren gegangen ist, wiewohl er unter manchen Umständen schon nach dem Verluste von $\frac{1}{4}$, ja von $\frac{1}{8}$ erfolgen kann, namentlich bei einem Lungenblutsturze. c) Zerreißungen und Durchbohrungen des Herzens tödten den Menschen gemeiniglich binnen wenigen Minuten, während welcher Zeit das Bewußtseyn ungestört bleibt; unter begünstigenden Umständen kann sich das Leben länger behaupten; so lebte nach einer Beobachtung von Ferrus ein Mann, der sich eine feine Feile durch die Aortenkammer und die Scheidewand in die Lungenarterienkammer gestoßen hatte, noch zwanzig Tage, indem die Wunde durch die abgebrochene und stecken gebliebene Feile, und durch Blutgerinnsel geschlossen war; er klagte nur in den letzten Wochen über ein unbeschreibliches Weheseyn, große Schwäche und Mangel an Schlaf und Eßlust (Nr. 196. XVII. S. 41 fgg.). Ist die

Wunde nicht eindringend, oder nicht groß, so kann sie selbst verheilen, wie man denn in mehreren Fällen alte Narben am Herzen gesehen (Nr. 572. I. S. 285), oder Kugeln, Nadeln und andere fremde Körper darin gefunden hat, wovon Ferrus (a. a. O.) Fälle anführt. — Legallois (Nr. 419. p. 366) sah bei Kaninchen, denen er das Herz ausgeschnitten hatte, die Empfindung und Athmungsbewegung am Kopfe noch etwa eine Minute lang dauern. Bestimmter läßt sich das Verhältniß des Herzens bei den Batrachiern auffassen, wo dem Leben eine geringere Einheit seiner Richtungen und dadurch eine größere Zähigkeit zukommt: nach den Versuchen von Haller (Nr. 152. I. p. 116) und Spallanzani (Nr. 493. p. 342 sqq.) bleiben Frösche und Salamander, denen man das Herz genommen hat, munter, sehen, schließen das Auge, wenn man es berührt, springen u. s. w., aber sterben am folgenden Tage; hat man ihnen dagegen das Gehirn genommen, so leben sie noch drei bis fünf Tage, aber bei geschwächten oder ganz aufgehobenen animalen Functionen. d) Bei Krankheiten des Herzens treten außer den unmittelbaren Wirkungen des gestörten Blutlaufes theils Blässe, Leukophlegmasie und Wassersucht, theils Schwermuth, krampfhafte Beschwerden und andere Zufälle gestörter Sensibilität als die gewöhnlichen Symptome ein. e) Wenn sämmtliche Arterien, die einem Theile Blut zuführen, unterbunden werden, so stirbt derselbe ab. Unterbindet man nur die Hauptarterie, so tritt bloß vorübergehend Kälte, Bleichheit, Verminderung der Empfindung und der Bewegnng und ödematöse Anschwellung ein, indem die Anastomosen bald wieder die nöthige Blutmenge zuführen. Am offenbarsten ist die Wirkung auf das Gehirn: Verschließung der Carotiden verursacht einige Betäubung, Schwindel und schlagflüssige Anfälle (Nr. 464. III. S. 113); ein Schaf, welchem Ebel (Nr. 518. p. 44) beide Carotiden unterbunden hatte, verlor Gesicht, Gehör und willkührliche Bewegung, erholte sich nach einigen Minuten etwas, war jedoch matt und zeigte Schwindel, hatte aber nach fünf Viertelstunden den Gebrauch seiner Sinne und seiner Gliedmaaßen wieder. Eine Verknöcherung der feineren Arterienzweige, namentlich an den unteren Gliedmaaßen, hat oft den Brand daselbst zur Folge; wenn Corvisart und

Laennec dies leugnen, so beziehen sie sich wohl nur auf die Verknöcherung der stärkeren Zweige. B) Eine das Normalverhältniß übersteigende Menge von Blut f) im ganzen Körper bringt zunächst eine allgemeine Aufregung hervor, wobei die Stärke des Herzschlages, die Vollheit, Größe und Frequenz des Pulses, die Frequenz des Athmens, der Umfang des Körpers, die Röthe der Haut, die Wärmeerzeugung und die Ausdünstung vermehrt ist; bei längerer Dauer oder höherem Grade aber verursacht sie Unregelmäßigkeit des Herzschlages, Unterdrückung und Langsamkeit des Pulses, Schwere und Beklommenheit des Athmens, Angst, Schwindel und Gefühl von Schwäche. g) Die Wirkungen eines zu starken Blutandranges nach einzelnen Organen lassen sich vorzüglich am Gehirne, Auge und Ohr erkennen, da hier der innere Zustand, in welchen die Organe dadurch versetzt werden, in den animalen Functionen sich mehr kund giebt. In Hinsicht auf das Gehirn unterscheiden wir vier Grade (Nr. 464. III. S. 110—113). Nämlich eine mäßige Verstärkung des Blutandranges, welcher das Wirkungsvermögen des Gehirnes gewachsen ist, bringt eine größere Spannung, eine lebhaftere Erregung, eine erhöhte Thätigkeit der Seele, schnelleren Wechsel und leichtere Verknüpfung der Vorstellungen, Steigerung des Selbstgefühles und Geneigtheit zu rüstigen Affecten hervor. Ist der Andrang des Blutes im Verhältniß zur Kraft des Gehirnes stärker, so tritt ein Zustand der Bedrückung ein: der Mensch fühlt sich dumpf und schwer im Kopfe, überhaupt unbehaglich und verstimmt, ist unachtsam, verliert leicht den Faden der Vorstellungen, erinnert sich schwer, wird still und verschlossen, oder unruhig und ängstlich, schläfrig und doch im Schlafe gestört; die Hastigkeit in seinen Reden und Bewegungen deutet auf die Statt findende Reizung hin. Ist der Blutandrang noch mächtiger, und dabei eine gewisse Spannung in den Hirnthätigkeiten, so wird die Seele sich entfremdet, und es erfolgt Verwirrung: es entstehen Täuschungen der Sinne bei fortdauerndem Bewußtseyn; oder es erliegt auch die Freiheit des Geistes, die Besonnenheit oder das Vermögen, die Vorstellungen unter einander zum Ebenmaaße zu verknüpfen, geht unter, und die Phantasie schweift ungeregelt umher. Erreicht endlich die Überfüllung mit Blut ihren höchsten Grad,

sey es nun durch ihre absolute Stärke oder vermöge der schwächeren Reaction des Gehirnes, so unterliegt ihr die Seelenthätigkeit überhaupt, und es erfolgt reine Oppression und Lähmung, welche entweder bloß das Seelenleben ergreift und als Betäubung und Blödsinn auftritt, oder über das gesammte Leben des Gehirnes sich verbreitet, so daß dieses im Blute erstickt oder apoplektisch stirbt. — Daß dies nicht allein vom activen Andrange des Blutes und von Erschütterung des Gehirnes (§. 746, g), sondern auch von der Quantität des Blutes im Gehirne abhängt, geht daraus hervor, daß in Lagen, bei welchen das Blut vermöge seiner Schwere (§. 729, c) leichter zum Kopfe und weniger leicht von ihm zurückfließt, dieselben Erscheinungen eintreten: manche Personen sind in horizontaler Lage mehr aufgelegt zum Nachdenken, und Bricheteau (Nr. 580. IV. p. 17) erwähnt einen Mann, der nur bei tiefer liegendem Kopfe memoriren konnte; Kopfschmerzen und Delirien nehmen bei horizontaler Lage zu, und der Eintritt einer Apoplexie wird oftmahls durch Liegen oder Bücken zunächst herbeigeführt. — Eben so bewirkt der vermehrte Blutandrang zu den höheren Sinnesorganen zuerst erhöhte Empfänglichkeit, deutlicheres Sehen in der Dämmerung und schärferes Hören der leisesten Töne; dann verminderte Schärfe der Perception; hierauf Phantasmen; endlich, besonders bei stockender Anhäufung des Blutes, Blindheit oder Taubheit. C) Vergleichen wir endlich die verschiedenen Organe in Hinsicht auf die Menge des Blutes, welche sie im Normalzustande empfangen, unter einander (§. 759), so finden wir im Ganzen genommen Bichats (Nr. 559. p. 192) Behauptung gegründet, daß die Lebendigkeit eines Organes mit seinem Gehalte an Blut in geradem Verhältnisse steht. Organe, die kein rothes Blut bekommen, z. B. Knorpel und Sehnen, haben weniger Vitalität, werden durch Reizung nicht afficirt und zeigen geringeren Zusammenhang mit dem Gesammtleben, so daß sie weder bei Krankheiten anderer Organe so leicht leiden, noch auch ihre Abnormitäten eine merkliche Störung anderer Functionen hervorbringen; nehmen sie aber vermöge eines entzündlichen Zustandes rothes Blut auf, so wird auch ihre Vitalität abnorm gesteigert und tritt mit dem Gesammtleben in eine nähere Beziehung.

§. 742. Hin und wieder finden wir A) Erweiterungen der Venen, in welchen Blut bei erschwertem Kreislaufe sich anhäuft, so daß es die Organe selbst nicht belästigen kann. Es gehören dahin a) die s. g. Blutleiter (sinus) des Gehirnes, die durch ihre Geräumigkeit und durch ihre gegenseitigen Verbindungen Behälter abgeben, in welchen das Blut in größerer Menge sich ansammelt, wenn es nicht schnell genug aus der Schädelhöhle geführt werden kann, sey dies nun der Fall, weil unter Beschleunigung des Pulses zu viel Blut nach dem Gehirne geführt wird, oder sein Abfluß durch die Drosselvenen beschränkt ist; bei der Dichtigkeit ihrer von der festen Hirnhaut gebildeten Hülle und bei ihrer Anheftung am Schädel üben sie auch bei ihrer Anfüllung keinen nachtheiligen Druck auf das Gehirn aus. b) Bei Thieren, welche eine Zeit lang unter dem Wasser sich aufhalten können, als den Robben, Fischottern und Tauchervögeln, hat die hintere Hohlvene einen wohl sechsmahl stärkeren Durchmesser als die Aorta, oder bildet wohl auch eine eigene sackartige Erweiterung (Nr. 111. IV. S. 113. 122), so daß das Blut sich hier ohne Nachtheil anhäufen kann, wenn beim Aussetzen des Athmens sein Eintritt in die Lungen und sein Umlauf in ihnen beschränkt ist. c) Bei der Pricke ist nach Rathke (Nr. 119. S. 48 fg.) außer den sehr weiten Hohlvenen noch ein mittlerer Bluthälter vorhanden, der durch die ganze Bauchhöhle sich erstreckt und in seinen Fächern das Blut enthält, welches er aus den Venen der Nieren, der Zeugungsorgane (§. 60) und eines Theiles des Darmcanales empfängt und durch zahlreiche enge Öffnungen an die Hohlvenen abgiebt. B) Man hat hin und wieder die sogenannten Blutdrüsen für ähnliche Blutbehälter erklärt und sich dabei vorzüglich nur auf ihren sehr bedeutenden Gehalt an Blut bei Mangel einer entsprechenden Secretion berufen. Es ist aber höchst unwahrscheinlich, daß zu solchem Zwecke, der durch bloße Erweiterungen der Adern erreicht werden könnte, besondere Organe von eigenthümlichem Gewebe gebildet seyn sollten. d) Die Milz soll nach Haller (Nr. 95. VI. p. 391. 417), Bonhard (Nr. 194. IItes St. S. 107), Schreger (Nr. 298. p. 61), Haighton, Moreschi und Anderen außer der Zeit der Verdauung einen Theil des für den Magen und

die Leber bestimmten Blutes von diesen Organen ableiten und in sich zurückhalten, um es während der Verdauung, wo sie durch den gefüllten Mágen zusammengepreßt wird, in um so größerer Menge zu einer reichlicheren Secretion von Magensaft und Galle dahin zu treiben. Allein der Zufluß des Blutes nach der Milz wird während der Leere des Magens nach Bichats (Nr. 103. II. 2te Abth. S. 32) Beobachtungen nicht vermehrt; die Milz ist vielmehr nach Heusinger (Nr. 542. S. 130) gerade bei vollem Magen oft am meisten mit Blut gefüllt, und überhaupt steht ihre Größe nicht in umgekehrtem Verhältnisse zur Ausdehnung des Magens. Eine fluctuirende Bewegung des Blutes zwischen Milz und Magen ist nicht denkbar, da ein Zuströmen durch die Milzvenen zum Magen den Zutritt des arteriellen Blutes hindern würde, übrigens auch diese Venen bei Pferden und Rindern deutliche Klappen haben. Nach jener Annahme würde ferner die Milz während der Verdauung nur eine momentane Vermehrung des Blutgehaltes der Leber bewirken, denn wenn sie jetzt weniger Blut aufnähme, so würde auch die Leber weniger venöses Blut von ihr empfangen, also auch weniger Galle absondern können. Da eine in den leeren Magen gebrachte kleine Quantität einer reizenden Substanz die Absonderung des Magensaftes sogleich verstärkt, und ein Vorrath von Galle während der Nüchternheit in der Gallenblase gesammelt wird, so wäre ein stärkerer Zufluß von Blut aus der Milz während der Verdauung zum Behufe der Secretion überflüssig. Der angefüllte Magen vermag schwerlich das Blut aus der Milz zu pressen; bei den Wiederkäuern, wo jene Secretionen überaus reichlich sind, ist er nur lose mit ihr verbunden, und endlich kann er bei Vögeln, Amphibien und Fischen gar keinen Druck auf sie ausüben (Nr. 542. S. 127). — Andere, z. B. Rush, nahmen an, die Milz sey ein Behälter, in welchem das Blut bei jeder stärkeren Bewegung desselben sich sammele, um den übrigen Organen nicht zu schaden, und Hodgkin erklärte, sie hindere, gleich den Sicherheitsröhren und Klappen an mehreren mechanischen und chemischen Apparaten, die plötzliche Störung des richtigen Verhältnisses zwischen der Capacität und dem Inhalte des Gefäßsystemes (Nr. 185. VI. S. 468). Allein bei hitzigen Fiebern, wo der Blutlauf am

meisten beschleunigt ist, wird, wie Heusinger (a. a. O. S. 124) bemerkt, die Milz nicht afficirt; das sogenannte Milzstechen aber nach heftigen Bewegungen rührt bloß von der Langsamkeit des Blutlaufes her, welche dieses Organ mit der Leber gemein hat, und jene Empfindung hat deshalb auch noch häufiger in der Leber als in der Milz ihren Sitz. e) Schreger (Nr. 558. p. 21) suchte die Bestimmung der Schilddrüse darin, daß sie das Blut vom Gehirne ableite und den Andrang nach demselben vermindere, wie denn auch Ackermann den Kretinismus davon ableitet, daß wegen Verengerung der Schädellöcher zu wenig Blut zum Gehirne gelange, und dadurch einerseits Blödsinn, andererseits Anschwellung der Schilddrüse entstehe. Allein wie blutreich die Schilddrüse auch immer ist, so eignet sie sich doch vermöge ihres Baues gar nicht zu einem Blutbehälter, vielmehr deutet ihre Verbindung mit dem Kehlkopfe und ihre eigenthümliche Textur auf eine andere Beziehung hin. Von einem Antagonismus, vermöge dessen sie bald mehr Blut aufnähme, um das Gehirn zu sichern, bald wieder sich entleerte, um demselben mehr Blut abzutreten, zeigt die Erfahrung keine Spur; bleibt sich aber ihr Blutgehalt gleich, so könnte sie nur im ersten Momente ihrer Bildung die Quantität des zum Gehirne strömenden Blutes vermindern. Dieser Einwurf trifft auch die von Broussais aufgestellte Meinung, daß sie einen Theil des Blutes vom Kehlkopfe, so wie f) die Brustdrüse von den Lungen ableite, damit diese Organe wohl sich entwickeln, aber nicht zu stark secerniren können (Nr. 235. VIII. p. 101). Überhaupt können wir unmöglich glauben, daß besondere Organe von eigenthümlicher Substanz und eigenthümlichem Baue und Gewebe keine andere Beziehung haben sollten, als das Blut zu gewissen Zeiten von anderen Organen abzuhalten.

§. 743. Wenden wir uns nun zu den qualitativen Verhältnissen, so finden wir A) zuvörderst, daß nur vollständiges Blut und keine andere in die Adern gekommene Flüssigkeit das Leben zu erhalten vermag, daß es also allen Organen dasjenige gewährt, dessen sie zu ihrer Lebensäußerung bedürfen, und daß es vermöge seiner eigenthümlichen Beschaffenheit die äußere Bedingung für die Lebensthätigkeit der Organe abgiebt. Bei verbluteten Thieren be=

wirkt infundirtes warmes Wasser nach Prevost und Dumas keine Wiederbelebung (Nr. 528. S. 186); warme Milch belebte zwar nach Rosa einen Hammel, aber nur auf wenige Augenblicke (Nr. 494. II. S. 149). Aber auch warmes Serum bewirkte nach Dieffenbach (Nr. 229. XXX. S. 1 fgg.) keine, und nach Rosa (a. a. O. S. 150) wenigstens keine anhaltende Belebung. Dieffenbach konnte eben so wenig durch fein zertheilten Faserstoff, mit Wasser gemischt, ein verblutetes Thier wieder ins Leben bringen; aber mit Wasser verdünnter Cruor wirkte eben so wie wirkliches Blut. So dürfte denn die Kraft, die Lebensthätigkeit stetig zu unterhalten, vornehmlich dem Cruor inwohnen. B) Nur hellrothes, arteriöses Blut ist geeignet, das Leben zu unterhalten, nicht dunkelrothes venöses *). Die Wahrheit dieses Satzes überhaupt liegt am Tage, da das Leben erlischt, wenn das Athmen, d. h. die Umwandlung des venösen Blutes in arteriöses, aufhört, also nur venöses Blut im ganzen Gefäßsysteme enthalten ist. Nur darüber kann eine Frage entstehen, von wo der Erstickungstod ausgeht, ob nämlich das venöse Blut entweder nur eine einzelne Function aufhebt, deren Erlöschen den allgemeinen Tod nach sich zieht, oder ob es auf alle Functionen seine Wirkung verbreitet, und welche in diesem Falle vorzugsweise und am frühesten darunter leiden. Bichat hat dieses Problem mit Glück zu lösen versucht. a) Er sah (Nr. 559. p. 280 sqq.), wenn er die Thiere langsam ersticken ließ, wo also der Kreislauf noch eine Zeit lang fortdauerte, daß während der Verdauung viel weniger Galle als gewöhnlich in den Gallenwegen und im Darme zu finden war, und daß kein Harn mehr aus den Harnleitern träufelte. Da er nun zugleich bemerkte, daß die Hautausdünstung aufhört, und wegen Aufhebung

---

*) Indem man das helle und dunkele Blut als arteriös und venös bezeichnet, hat man nur das Blut im Systeme der Aorta und Hohlvene, nicht das der Lungengefäße, wo das Verhältniß gerade umgekehrt ist, vor Augen. Man sucht indeß bei diesem falschen Sprachgebrauche, wo die Benennungen arteriös und venös auf die Qualität des Blutes bezogen werden, Mißverständnisse dadurch zu vermeiden, daß man das in den Arterien enthaltene Blut arteriell nennt, und nach dieser Analogie darf man auch das in den Venen enthaltene Blut venell nennen.

dieses Abkühlungsprocesses die Leichname von Erstickten länger als andere warm bleiben, so ergab sich ihm, daß rein venöses Blut das Leben der Secretionsorgane zu unterhalten oder die Secretionen zu bewirken nicht geeignet ist, und er erklärt die Blutfülle, die man in den Leichnamen von Erstickten bemerkt, daraus, daß durch das Erlöschen der Secretionen mehr Blut sich gesammelt hat, und die Saugadern nach dem Tode weniger Serum aus den Arterien aufgenommen haben, als sie sonst thun, wenn das Blut sich geschieden hat. Zwar wird die Galle bei allen Wirbelthieren und der Harn bei Amphibien und Fischen aus venösem Blute secernirt, aber nicht aus rein venösem, da das zu der Leber und den Nieren tretende arteriöse Blut mitwirkt. — Der Erstickungstod tritt indeß zu schnell ein, als daß man ihn von einer Unterdrückung der Secretionen ableiten könnte. b) Goodwyn nahm daher an, er gehe vom linken Herzen aus, da dasselbe durch das in seine Höhlen kommende venöse Blut nicht zu Zusammenziehungen (§. 717, f) gereizt werde. Bichat (a. a. O. p. 211—216) wendete aber dagegen ein, daß das linke Herz in diesem Falle nach dem Erstickungstode angehäuftes Blut enthalten müßte, was doch nicht der Fall ist; er fand bei seinen Versuchen, daß bei erstickenden Thieren das venöse Blut im Aortensysteme noch eine Zeit lang kräftig umgetrieben wird, und daß venöses Blut, in das linke Herz gespritzt, die Bewegungen des Herzens nicht merklich schwächt, ja dieselben, wenn sie schon aufgehört haben, von Neuem zu erregen vermag; er nahm daher an, daß das Herz erst später, wenn es venöses Blut durch die Kranzarterien in seine Substanz aufgenommen hat, gelähmt wird. Ackermann (Nr. 543. p. 23) behauptete zwar, daß, wenn man bei einem warmblütigen Thiere die Lungengefäße unterbinde und die Scheidewand der Venensäcke aufschneide, das aus dem rechten Herzen unmittelbar in das linke tretende venöse Blut die Bewegung des Herzens aufhebe; indeß dürfte der Tod des Herzens hier mehr Wirkung der Verletzung als des venösen Blutes gewesen seyn. Mehr möchte v. Humboldts (Nr. 546. II. S. 264) Erfahrung, daß matt pulsirende Froschherzen, in arteriöses Blut getaucht, wieder lebhafter und häufiger zu pulsiren anfingen, während venöses Menschenblut diese Wirkung nicht her-

vorbrachte, für die schwächere Reizkraft des venösen Blutes sprechen. — c) Bichat bemerkte, daß beim Ersticken zuerst das animale Leben ergriffen, und bei noch fortdauerndem Kreislaufe die Empfindung und willkührliche Bewegung aufgehoben wird, und schloß daraus, daß der Erstickungstod vom Gehirne ausgeht. Und wir müssen dieser Ansicht beitreten, wenn wir bedenken, wie namentlich bei dem Ersticken in Kohlendampf zuerst Schwindel und Störung der Sinnenthätigkeit, so wie der Bewegungskraft eintritt, wie das Bewußtseyn dann allmählig schwindet, und wie nach der Wiederbelebung Kopfschmerz, Schwäche der geistigen Functionen und Mattigkeit eine Zeit lang zurückbleibt. Wenn Bichat (a. a. O. p. 239 sqq.) Hunden venöses Blut in die Carotiden spritzte, so schwand alsbald das thierische Leben, während der Kreislauf noch eine halbe Stunde lang fortdauerte. Nysten (Nr. 418. p. 61) behauptet zwar, die Thiere seyen hier nur an einer durch das gewaltsame Einspritzen bewirkten Apoplexie gestorben, kann sich aber dabei nur auf die Erfahrung berufen, daß Gase, in die Carotis in großer Quantität gespritzt, durch Compression des Gehirnes Apoplexie herbeiführen, während eine kleine Quantität keine tödtlichen Wirkungen hat. Dagegen sah Bichat (a. a. O. p. 243), daß ein Hund, in dessen Carotis er das venöse Blut aus der Carotis eines anderen erstickenden Hundes nur mittels eines an beiden Arterien befestigten Röhrchens überleitete, nach einiger Zeit unruhig, fühllos und betäubt wurde, und (ebd. p. 248) daß bei dem erstickenden Thiere das animale Leben in demselben Verhältnisse sinkt, wie die helle Röthe des in den Arterien strömenden Blutes abnimmt. Daß das Gehirn vorzugsweise des arteriösen Blutes bedarf, können wir auch daraus abnehmen, daß es überall auf dem möglichst kürzesten Wege das aus den Lungen zurückgekehrte, hellrothe Blut empfängt. So geht bei den Mammalien und Vögeln der Blutstrom aus dem linken Herzen auf dem geradesten Wege zum Gehirne; die Kiemenvenen der Fische und der Larven von Batrachiern geben, ehe sie sich zu einem Aortenstamme vereinen, die Arterien des Kopfes ab, und bei den geschuppten Amphibien, besonders bei den Krokodilen, kommt das Blut aus dem Lungenvenensacke vorzüglich in diejenige Abtheilung der Arterien=

kammer, aus welcher der rechte Stamm der Aorta mit der Kopfarterie entspringt. d) Das venöse Blut vermag aber auch nicht die lebendige Thätigkeit der Nerven und Muskeln zu unterhalten. Wenn Bichat (ebd. p. 279) Blut aus einer Vene in die Schenkelarterie desselben Thieres spritzte, so wurde der Schenkel gelähmt und fühllos. Wenn Segalas bei Hunden die Aorta oberhalb ihrer Theilung unterbunden hatte, so waren nach acht bis zehn Minuten die Hinterbeine gelähmt, so daß sie nur nachgeschleppt wurden; unterband er die Hohlvene in derselben Gegend, so wurden die Hinterbeine geschwächt, aber nicht ganz gelähmt; unterband er endlich beide Gefäßstämme, so wurden die Hinterbeine gelähmt, aber erst nach 16 bis 20 Minuten oder noch später (Nr. 216. IV. p. 287): also im ersten Falle, wo das Glied durch fortdauernden Blutlauf in den Venen bei Verschließung der Arterien blutleer wurde, wurde es bald gelähmt; im dritten Falle, wo es mit Blut gefüllt blieb, das in den Arterien enthaltene aber allmählig den venösen Charakter annahm, wurde das Glied ebenfalls gelähmt, jedoch bedeutend später, und wahrscheinlich erst dann, als sein Blut durchaus venös war; im zweiten Falle endlich, wo keine Lähmung, sondern nur Schwächung erfolgte, konnte das venöse Blut zwar nicht vollständig, aber doch vermittelst der Anastomosen zum Theil abgeleitet werden, wobei arteriöses Blut fortdauernd heranströmte, und wahrscheinlich eine Fluctuation in der offen gebliebenen Aorta Statt fand. e) Wir würden nur dann irren, wenn wir die Sache auf die Spitze stellen und das venöse Blut geradezu als eine das Leben vernichtende Substanz betrachten wollten; gewiß aber ist es, daß, wenn alles Blut im Körper venös ist, der Tod eintritt, und daß alle Organe ohne Ausnahme, jedoch in verschiedenem Grade, und die des animalen Lebens am meisten, des arteriösen Blutes bedürfen. Die auf einem Übergewichte arteriösen Blutes beruhende hellere Röthe der Theile ist, wie Bichat (a. a. O. p. 275 sq.) näher nachweist, immer mit einer regeren Lebensthätigkeit verbunden, während bei einem örtlichen oder allgemeinen Übergewichte des venösen Blutes, welches sich durch eine bläuliche Farbe verräth, offenbare Schwäche des Lebens Statt findet. Verblutete Thiere werden durch Infusion fremden venösen Blutes in ihre Venen wieder

belebt (Nr. 169. p. 93), da es, in das dafür empfängliche rechte Herz getrieben, von diesem in die Lungen gestoßen und hier in arteriöses umgewandelt wird. — C) Endlich können wir im Allgemeinen festsetzen, daß nur das eigene Blut das Leben vollständig und fortdauernd zu unterhalten vermag. f) Das Blut von einem anderen Individuum derselben Gattung kann nie ganz die Stelle des eigenen Blutes vertreten, denn das Leben schafft sich seine Organisation selbst, und wie der Embryo (§. 464, c. 466, b), so muß auch der ausgebildete Organismus sich durch Assimilation fremden Stoffes sein Blut selbst schaffen. Vergebens ist daher z. B. von Blundell (Nr. 169. p. 139) Kranken, deren Assimilation gesunken war, Blut von anderen Menschen eingeflößt worden: schienen sie sich auch augenblicklich zu erholen, so sanken doch sehr bald ihre Kräfte wieder, und ihr Leben wurde nicht gefristet. Blundell (ebd. p. 75) gab einem Hunde, der 26 Pfund wog, drei Wochen lang keine andere Nahrung als Wasser und flößte ihm dafür nach und nach 84 Unzen Blut von anderen Hunden in die Drosselvene; das Thier wurde dabei krank, matt, mager, um sieben Pfund leichter als zuvor, und starb: in diesem Falle mag bei ungeschwächter Assimilationskraft das fremde Blut allmählig angeeignet worden seyn, und doch scheint dieser widernatürliche Zustand die Krankheit und den Tod herbeigeführt zu haben, wenn auch, wie Blundell vermuthet, die Unregelmäßigkeit der Transfusion, bei welcher bald viel, bald wenig Blut übergeführt wurde, und die offen gehaltene Wunde daran Antheil hatten. Bei weniger lange fortgesetzter Transfusion vermag sich das Leben zu behaupten: ein kleiner Hund, in welchen Lower Blut aus zwei großen Hunden übergehen ließ, während er ihm von Zeit zu Zeit Blut abzapfte, blieb leben, ungeachtet er fast ganz fremdes Blut in seinen Adern hatte (Nr. 494. I. S. 48). Eben so bemerkte Bichat (Nr. 559. p. 257) an einem Hunde, in dessen Carotis er das Blut aus der Carotis eines anderen Hundes überleitete, keine Störung des Lebens. Das fremde Blut kann verblutete Thiere oder Menschen wieder zum Leben bringen: wahrscheinlich wirkt es hier nur als momentaner Reiz, der die verschiedenen Functionen wieder belebt, so daß es selbst durch die verschiedenen Secretionen bald umgewan-

delt, oder ausgeschieden, zugleich aber eigenes, neues Blut gebildet wird. Aber solche Belebungsversuche sind oft ohne Erfolg; und zwar ohne daß das äußere Verhältniß den Grund davon zu enthalten scheint: ein Hund, welchen Blundell (ebd. p. 66) durch Ablassen von einem Pfunde Blut in Scheintod versetzt hatte, wurde noch belebt, als ihm eine Stunde darauf frisches Blut transfundirt wurde; und dagegen blieb ein anderer leblos, der nur acht Unzen Blut verloren und schon nach zwanzig Minuten frisches Blut bekommen hatte; Blundell (ebd. p. 136 sqq.) versuchte bei Menschen die Transfusion in vier Fällen vergeblich; späterhin wurde sie von ihm, so wie von Doubleby, Brigham und Sewel, bei Frauen, die durch Blutungen nach dem Gebären dem Tode nahe waren, mit Glück angewendet. Übrigens fand Blundell (ebd. p. 96), daß die Quantität des transfundirten Blutes der des verlorenen nicht gleich zu seyn braucht: bei einem Hunde, der durch einen Verlust von zehn Unzen Blut scheintodt geworden war, wurde durch zwei Unzen Blut der Kreislauf und das Leben wieder hergestellt. g) Man kann ohne Störung des Lebens eine gewisse Quantität Blut von einem Individuum einer anderen Sippe transfundiren, so wurden gesunden Menschen ohne Schaden nach King 10 oder 14 (Nr. 494. I. S. 170 fgg.), nach Denis selbst 20 Unzen Lammsblut transfundirt (ebd. S. 92 fg.), und so hat Lammsblut (ebd. S. 89 fg. 132. 232) oder Kalbsblut (ebd. S. 104. 124 fgg.) bei Kranken selbst eine Besserung ihres Zustandes hervorgebracht. Eben so hat man Hunden Schafsblut (ebd. S. 58) oder Kalbsblut (ebd. S. 80), Gemsen Kalbsblut (ebd. II. S. 150) u. s. w. ohne Schaden in die Adern gebracht und verblutete Schafe durch Kalbsblut (ebd. S. 136), oder Hunde durch Menschenblut (Nr. 169. p. 91) wieder belebt. Allein bei genauerer Beobachtung hat man gefunden, daß solch fremdartiges Blut, in größerer Quantität beigebracht, nachtheilig wirkt. Ein Schaf, in welches King Kalbsblut transfundirt hatte, starb nach drei Wochen an Abzehrung (Nr. 494. I. S. 63 fg.); ein Hund, den Scheel (ebd. II. S. 226) nach dem Verbluten durch Pferdeblut belebt hatte, starb noch an demselben Tage; Blundell belebte mehrere verblutete Hunde durch Menschenblut, aber sie starben nach

wenigen Minuten (Nr. 169. p. 82. 84), oder nach einer Stunde (ebd. p. 86. 88), oder am folgenden Tage (ebd. p. 83), oder am sechsten Tage (ebd. p. 88), ohne daß weder eine Überfüllung mit Blut Statt gefunden hatte, oder Luft in dasselbe gedrungen war. So werden nach Leacock verblutete Hunde durch Schafsblut wieder belebt, sterben aber gewöhnlich nach wenigen Tagen (eb. p. 90); Prevost und Dumas transfundirten Blut von Kälbern in Katzen oder Kaninchen, sahen aber diese Thiere selten länger als sechs Tage leben und beobachteten an ihnen beschleunigten Puls, verminderte Wärme und schleimige, blutige Ausleerungen (Nr. 244. XVII. p. 306 sqq.). Dieffenbach machte ähnliche Erfahrungen. h) Die Transfusion von einem Individuum einer anderen Classe bringt fast immer den Tod. Schildkröten, welchen Rosa Kalbsblut in die Adern gebracht hatte, starben nach einigen Stunden (Nr. 494. II. S. 152); ein Hase, welchem Gaspard zwei Unzen Blut abgelassen und eben so viel laues Schneckenblut eingespritzt hatte, starb nach zwölf Stunden (Nr. 216. II. p. 338); Vögel sterben nach Prevost und Dumas nach Transfusion von Säugethierblut unter Krämpfen, wie durch Gift, und zwar sterben nach Dieffenbach Tauben schon von wenigen Tropfen, Gänse von 30 bis 40 Tropfen; Fischblut wirkt eben so auf die Vögel und tödtet auch Säugethiere, namentlich Hunde, Katzen und Kaninchen; doch vertrug eine Katze Schildkrötenblut. D) Die Qualität des Blutes wird sowohl durch die äußeren Einwirkungen, als auch durch den Zustand und die Lebensthätigkeit der aneignenden und ausscheidenden Organe, durch die Modalität seiner Bildung und seiner Zersetzung bestimmt; daß auch die Producte, die aus ihm hervorgegangen sind, seine Qualität abändern können, kann man schon aus den Wirkungen der Infusion abnorm secernirter Flüssigkeiten abnehmen, wie z. B. in den Fällen, wo verschiedene Thiere, welchen Gaspard, Bouillaud, Trousseau und Velpeau Eiter infundirt hatten, darauf erkrankten und starben (Nr. 423. VII. p. 306 sqq. p. 460. sqq. XI. p. 373), wie ferner Hunde, denen Deidier Galle eines Pestkranken in das Blut gespritzt hatte, die Pest bekamen, so daß ihre Galle nun auf andere Hunde eben so wirkte (Nr. 494. II. S. 86 fgg.). So findet man auch in manchen Krankheiten das Blut ausgeartet (§. 753—757) und, wie dies unter Anderen Vel-

peau durch mehrere Beispiele nachgewiesen hat (Nr. 423. VII. p. 306 sqq. p. 460 sqq.), in Farbe, Consistenz, Schwere und Geruch von seiner Normalität ganz abweichend. Von welcher Ursache nun auch immer diese Ausartung herrühren mag, so hat sie in jedem Falle bedeutende Störungen des Lebens zur Folge. Einen unmittelbaren Beweis dafür finden wir darin, daß solches Blut, auf gesunde Körper übergetragen, ähnliche Krankheitszufälle hervorbringt, wie sie bei dem Individuum, von welchem es genommen wurde, sich zeigten: Blut von Pferden, die an Rotz oder Wurm litten, brachte nach Viborg in gesunden Pferden, denen es infundirt wurde, dieselben Krankheiten hervor (Nr. 494. II. S. 162); Blut von einem Faulfieberkranken, in das Zellgewebe einer Katze gespritzt, tödtete nach einigen Stunden unter galligem Erbrechen, Dyspnoe, Mattigkeit und Convulsionen (Nr. 571. I. p. 539); das Blut von Thieren, die den Milzbrand haben, erregt, schon wenn es mit der Haut eines gesunden Menschen oder Thieres in Berührung kommt, brandige Entzündung und Faulfieber. Aber das Blut kann auch eine das Leben störende, abnorme Qualität angenommen haben, ohne daß dieselbe sinnlich unmittelbar sich erkennen läßt: so bemerkt man am Blute von Blatterkranken keine Veränderung, außer daß es eine Speckhaut bildet, und gleichwohl erregt es nach Gendrin (Nr. 538. II. p. 460), wenn es in die Vene eines Thieres eingespritzt wird, tödtliche Entzündungen, da doch das Blut bei anderen entzündlichen Krankheiten solche Wirkungen nicht äußert.

§. 744. Um die Wirkungen der veränderten Qualität des Blutes erfahrungsmäßig kennen zu lernen, werfen wir einen Blick auf die Versuche der Infusion, oder der unmittelbaren Einführung fremder Stoffe in das Blut. Wir betrachten zuerst die Infusion solcher Substanzen, die, wenn sie mit anderen Theilen des Organismus in Berührung treten, sich entweder indifferent verhalten, oder auch zu Erhaltung des Lebens dienen. A) Über die Wirkung von Gasarten hat vorzüglich Nysten zahlreiche Versuche angestellt. Er fand, wie schon Blumenbach (Nr. 494. II. S. 272), daß die Gase um so schädlicher sind, je weniger sie mit dem Blute sich mischen (Nr. 418. p. 155 sqq.). Er überzeugte sich ferner, daß das in das Blut gekommene Gas nicht durch Lähmung des Ge-

hirnes tödtet, denn es bewirkt nur Störungen des Blutlaufes und des Athmens, nicht der Sinnenthätigkeit; kleine Quantitäten von atmosphärischer Luft oder kohlensaurem Gas, unmittelbar in die Carotis gespritzt, blieben ohne Wirkung, und nur größere Quantitäten bewirkten, auf diese Weise zum Gehirne getrieben, Apoplexie, Betäubung und Erstarrung, bei weniger Störung des Blutlaufes und des Athmens (ebd. p. 48 sqq. 98. 168 sqq.). a) Wenn Blundell (Nr. 169. p. 131) Hunden fünf Drachmen atmosphärischer Luft in die Halsvenen spritzte, so trat Schwerathmigkeit mit Unregelmäßigkeit des Pulses und Mattigkeit ein, und erst am dritten Tage erholten sich die Thiere. Wenn Nysten (a. a. O. p. 33) Hunden atmosphärische Luft in kleinen Portionen, etwa zu 20 Cubic-Centimeter, aber wiederholt und etwa binnen anderthalb Stunden zusammen 250 Cubic-Centimeter in die Halsvenen eingespritzt hatte, so wurden sie matt; am folgenden Tage husteten sie, röchelten, warfen einen schaumigen Schleim aus und starben endlich; ihre Lungen waren graulich und enthielten vielen schaumigen Schleim. Sonach tödtete denn hier die Luft im Blute durch Hemmung des Athmens; dies bestätigte Nysten (ebd. p. 44) durch die Beobachtung, daß bei solchen Infusionen das arteriöse Blut endlich bräunlich erscheint. Wir dürfen sonach vermuthen, daß das mit Luft vermischte Blut der normalen Wechselwirkung mit der Atmosphäre in den Lungen unfähig ist, also keine Verwandtschaft zum Sauerstoffe hat, oder sich seines Kohlenstoffes nicht entladen kann. Aber Nysten (ebd. p. 30) sah auch niemahls Luftblasen im arteriösen Blute, wenn er Luft in die Venen gespritzt hatte, und daraus schließt er (ebd. p. 38), daß die Luft in den Haargefäßen der Lungen stockt, dadurch den Blutlauf stört und endlich beim Austreten den oben bemerkten Schaum bildet. — Spritzte Nysten (ebd. p. 16) auf einmahl oder binnen wenigen Minuten 80 Cubic-Centimeter Luft in die Venen, so trat alsbald der Tod ein, und er fand das rechte Herz von Blut und Luft ausgedehnt, im linken Herzen hingegen wenig Blut und gar keine Luft. Er leitet daher solche Todesfälle davon ab, daß das Herz durch die Ausdehnung matt und zu einer gehörigen Zusammenziehung unfähig wird. Allein, abgesehen davon, daß das rechte Herz, welches

hier allein afficirt wäre, den Bewegungen des stärkeren linken Herzens folgt, so dürfte es zu einer solchen Ausdehnung erst dann kommen, wenn der Eintritt des Blutes in die Lungen erschwert ist, und wir dürfen nach der Analogie der Wirkung kleiner Quantitäten Luft vermuthen, daß das Blut in den Lungen nicht umläuft und darum im rechten Herzen stockt. Wenn Nysten (ebd. p. 22) nach dem Aufhören der Lebensäußerungen die Schlüsselbeinvene öffnete und durch einen Druck auf die Brust Luft austrieb, so sah er anfänglich das Athmen, und dann erst den Herzschlag wieder beginnen, so daß also auch hier die Thätigkeit der Lungen als das bestimmende Moment sich erwies. Übrigens war bei Thieren, die durch Infusion von Blut getödtet worden waren, nach Sprögel das Blut flüssiger als gewöhnlich, und die Luft an der Oberfläche der Lungen in Bläschen ausgetreten (Nr. 494. II. S. 256), und nach Hertwich waren die Lungen blutleer, blaß und zusammengefallen (Nr. 528. S. 42), und das Blut im linken Herzen dunkel, das rechte Herz aber mit Blut und Luft gefüllt (ebd. S. 37). Leroy sah bisweilen ein Emphysem der Lungen, leitete dies davon her, daß die Luft durch Veränderung ihrer Temperatur die Haargefäße zerreiße, und erklärte den Tod hieraus oder aus dem Mangel an Reizung des linken Herzens, da dasselbe statt des Blutes Luft bekomme (Nr. 423. III. 413). Allein das Emphysem kommt nur selten vor, und im linken Herzen findet man keine Luft. Nach einem Versuche von Gaspard scheint aber die Luft auch in anderen Organen den Blutlauf zu unterbrechen: als er nämlich einem Hunde sieben bis acht Cubiczoll Luft in die Schenkelarterie gespritzt hatte, ging zwar nach einigen Minuten etwas Luft durch die Schenkelvene zurück, aber das Glied knisterte bei der Berührung, und eingespritzte Blausäure oder Krähenaugenextract äußerte nicht die gewöhnliche Wirkung (Nr. 216. V. p. 329). b) Nysten (a. a. O. p. 54 sq.) sah Hunde, denen er ungefähr 60 Cubic-Centimeter Sauerstoffgas auf einmahl eingespritzt hatte, alsbald sterben und fand das rechte Herz von hellrothem, schäumendem Blute ausgedehnt, im linken Herzen aber nur schwarzes Blut: hier war also entweder Blut durch die Lungen gegangen, ohne geröthet zu werden, oder es war kein Blut

durch die Lungen gegangen, und das zuletzt übergegangene durch Stockung im linken Herzen dunkel geworden. c) Brennstoffige Gasarten, als Stickgas, kohlensaures Gas, Kohlenoxydgas, reines, kohlenstoffhaltiges und phosphorhaltiges Wasserstoffgas, bewirkten Ausdehnung des rechten Herzens und hinderten die Röthung des Blutes in den Lungen; Letzteres galt besonders von den kohlenstoffhaltigen Gasen (ebd. p. 160). Stickstoffoxydulgas bewirkte keine Ausdehnung des rechten Herzens (ebd. p. 120), hinderte aber die Röthung des Blutes in den Lungen: diese waren mit Blut und schaumigem Schleime überladen, und das Blut in den Arterien war braun und wurde auch an der Luft nicht roth (ebd. p. 133). Schwefelhaltiges Wasserstoffgas endlich tödtete, ohne die Röthung des Blutes zu hindern oder eine Ausdehnung des rechten Herzens zu verursachen (ebd. p. 163). B) Wasser kann Hunden zu vier Unzen (Nr. 494. II. S. 25), Pferden zu zehn Unzen (Nr. 528. S. 45) ohne nachtheilige Wirkung eingespritzt werden. In größeren Quantitäten verursacht es nach den Erfahrungen von Portal (Nr. 494. II. S. 112), Magendie (Nr. 216. I. p. 44 sq.) und Hertwich (Nr. 528. S. 43 fgg.) Symptome von Überfüllung des Gefäßsystemes, namentlich Beschleunigung des Herzschlages und des Athmens, außerdem aber große Schwäche des animalen Lebens, Mattigkeit, im höheren Grade einen schlagflüssigen Zustand und endlich den Tod; bei einem Pferde, welches am vierten Tage nach der Infusion gestorben war, fand Hertwich (a. a. O. S. 46) im Blute und in den festen Theilen Spuren von Zersetzung, wie beim Faulfieber. C) Von thierischen Flüssigkeiten scheint d) die Milch am wenigsten schädlich zu seyn: Gaspard spritzte einem Hunde sechs Drachmen ein, ohne eine Störung der Gesundheit zu bemerken (Nr. 216. I. p. 178); ein Hund, dem Lower ein halbes Pfund infundirt hatte, bekam nach einer halben Stunde Schwerathmigkeit und Herzklopfen und starb (Nr. 494. I. S. 46). e) Speichel, Galle, Harn, Samenfeuchtigkeit wurden von Courten (ebd. S. 184), Nysten (Nr. 418. p. 162) und Gaspard (Nr. 528. S. 175) eingespritzt: Unruhe und Erschwerung des Athmens waren die gewöhnlichen Zufälle. Harn, in die Carotis gespritzt, tödtete nach Nysten nur durch

Compression des Gehirnes. f) Nach Einspritzung von Kapaunenfett in die Adern eines Hundes beobachtete Gaspard keuchendes, schweres Athmen und Symptome von Pneumonie; er sah ferner eine halbe Stunde nach Einbringung von einer halben Unze Quecksilbersalbe den Erstickungstod eintreten und fand im rechten Herzen und in den Enden der Lungenarterie eine schwärzliche, zähe Masse (Nr. 216. I. p. 175 sq.). D) Von vegetabilischen Stoffen haben g) Courten (Nr. 494. I. S. 188), Magendie (Nr. 216. I. p. 37 sqq.), Gaspard (ebd. p. 177) und Hertwich (Nr. 528. S. 56 fgg.) fettes Öl Hunden, Pferden und Füchsen in die Halsvenen infundirt: für immer wurde das Athmen erschwert, oft röchelnd, bisweilen mit zähem blutigem Auswurfe; starke Gaben bewirkten schnell, oft nach wenigen Augenblicken, den Tod. Die Lungen waren mit Blut überfüllt, und dem, welches in den letzten Verzweigungen der Lungenarterien stockte, war Öl beigemischt; das linke Herz und die Aorta waren leer. Daß das Öl auch in den Haargefäßen anderer Organe in Stockung kommt, geht aus den Versuchen hervor, wo Magendie welches in die Darmvenen spritzte und nach dem einige Stunden darauf erfolgten Tode die Leber groß und rothgelb fand, und wo Gaspard nach Einspritzung in die Schenkelarterie eine schmerzhafte, ödematöse Anschwellung des Schenkels beobachtete. h) Arabisches Gummi wirkte nach Magendie (a. a. O.) und Viborg (Nr. 494. II. S. 207) eben so; auch Hertwich (Nr. 528. S. 49—55) beobachtete davon erschwertes, beklommenes, unregelmäßiges Athmen, Erstickungsgefahr und von größeren Gaben den Tod; die Lungen waren von Blut strotzend, an einzelnen Stellen mit Extravasaten; das rechte Herz und die Lungenarterie waren mit schwarzem Blute gefüllt, worin sich das Gummi in weißlichen Streifen zeigte; war der Tod erst nach mehrern Tagen erfolgt, so waren die Krankheitszufälle, so wie der Leichenbefund wie bei einem Faulfieber. E) Allen Moulins (Nr. 494. I. S. 193) und Gaspard (Nr. 216. I. p. 166 sq. 242) infundirten metallisches Quecksilber in die Halsvene: es traten bald Zufälle von Entzündung der Lungen ein; diese enthielten in den Zweigen ihrer Arterie, besonders in Knötchen oder Eiterbläschen, Quecksilber, welches sich auch im rechten

Herzen fand. Quecksilber, welches Gaspard (ebd. p. 173) in eine Darmvene laufen ließ, war nach einer Stunde in die Leber gekommen, aber nicht durch ihre Haargefäße gegangen. Einspritzungen (ebd. p. 70 sq.) in die Arterie eines Theiles bewirkten in diesem Lähmung, Entzündung und Eiterung, und das Quecksilber fand sich nur in den Haargefäßen desselben Theiles, namentlich in den eiternden Stellen. F) Aus diesen Erfahrungen geht also hervor, daß zu Erhaltung des Lebens geeignete oder doch indifferent sich dagegen verhaltende Substanzen, wenn sie in größeren Quantitäten unmittelbar in das Blut des Hohlvenensystemes gebracht worden sind, das Athmen und den Blutlauf in den Lungen hemmen, so daß entweder gar kein Blut, oder nur weniges und dunkles in das linke Herz und das Aortensystem kommt, und darum das Leben der verschiedenen Organe vernichtet wird. Überhaupt aber gehen diese Substanzen in größerer Quantität schwer oder gar nicht durch die Haargefäße irgend eines Organes. Dies kann nicht auf einem mechanischen Verhältnisse beruhen, denn alle jene Stoffe lassen sich im Leichname leicht durch die Haargefäße treiben und sind zum Theil unsere besten Injectionsmassen. Eine lebendige Zusammenziehung der Haargefäße würde die einmahl eingedrungenen fremden Stoffe eher forttreiben und ist überhaupt wohl nie so vollständig, daß auch Luft oder Quecksilber nicht durchzudringen vermöchte. Wären aber diese Gefäße lähmungsartig erweitert, so würden sie durch den Stoß von den Arterien, und durch den Zug von den Venen her entleert werden. Somit bleibt uns denn nur übrig, anzunehmen, daß dergleichen fremdartige Stoffe nicht in solcher Beziehung zu den Organen stehen, vermöge deren sie angezogen und abgestoßen würden (§. 758 fgg.), und daß sie also, wenn sie im Blute überwiegend geworden sind, den Kreislauf hemmen. — Hierdurch erklären sich auch die Wirkungen fremden Blutes (§. 743, B): wird es auch von einem Individuum derselben Gattung genommen, so ist es doch nicht das Product des eigenen Organismus, tritt also mit Organen in Berührung, die nicht seines Stammes, und daher keiner gehörigen Wechselwirkung mit demselben fähig sind, und darum geht es nicht so leicht durch die Haargefäße, namentlich der Lungen. In noch höherem Grade ist dies der Fall

bei Transfusion des Blutes von einem Individuum einer anderen Sippe oder gar einer anderen Classe. In der That werden uns die Wirkungen des fremden Blutes nur dann begreiflich, wenn wir anerkennen, daß das Blut und die festen Gebilde nur insofern, als sie Producte desselben Lebens sind, mit einander in Wechselwirkung stehen. Die Vögel sterben, wenn Säugethierblut in ihre Adern kommt, nach Prevost und Dumas so schnell wie durch Vergiftung: die Substanz dieses Blutes kann der Mischung ihres Körpers nicht so heterogen seyn, um als Gift wirken zu können, denn viele Raubvögel leben von Fleisch und Blut der Säugethiere, und mehrere andere Vögel, z. B. Enten, vertragen solche Nahrung ohne Nachtheil; die Größe und Form der Blutkörner aber kann kein mechanisches Hinderniß abgeben, denn nach Prevost und Dumas sind die Blutkörner der Vögel mit denen der meisten Säugethiere entweder von gleicher oder von größerer Breite, für immer aber länger (§. 664, g), und es läßt sich gar nicht denken, daß die gleich breiten oder schmäleren Blutkörner eines Säugethieres darum in den Haargefäßen eines Vogels stocken sollten, weil sie nicht länglich, sondern kreisrund sind. Die Vögel vertragen nach Dieffenbachs Erfahrungen auch das Blut von anderen Vögeln weniger und lassen sich nach der Verblutung durch dasselbe nicht wieder beleben: Letzteres mag nun wohl davon abhängen, daß bei ihnen die Reizbarkeit überhaupt, und die des Herzens insbesondere, sehr bald erlischt (§. 626; b), indessen könnte vielleicht bei ihnen und den übrigen eierlegenden Thieren auch der Umstand mitwirken, daß sie im Fruchtleben nur aus den Secretionsproducten der Mutter unter Mitwirkung von Wasser und Luft ihr Blut bilden, während der Embryo der Mammalien es aus dem mütterlichen Blute selbst bildet, und sein Blut mit diesem durch den Fruchtkuchen in Wechselwirkung tritt. — Dem sey indeß, wie ihm wolle, so finden wir doch Thatsachen, die auf einen gehinderten Durchgang des fremden Blutes durch die Haargefäße der Lungen hindeuten. Blundell (Nr. 169. p. 75) fand bei dem Hunde, den er drei Wochen lang durch Transfusion von Hundeblut unterhalten hatte, das rechte Herz ungewöhnlich erweitert; bei Hunden, die nach Verblutung durch solche Transfusion nicht belebt wurden (ebd. p. 66), fand er,

wie auch Dieffenbach, das rechte Herz von geronnenem Blute ausgedehnt, und das linke leer; dasselbe war der Fall bei einem Hunde, der durch Menschenblut wieder belebt wurde, aber keuchend athmete und nach einer Stunde starb (ebd. p. 86). Bei einem Hasen, dem Schneckenblut transfundirt worden war, beobachtete Gaspard Beschleunigung des Athmens, und nach dem zwölf Stunden darauf erfolgten Tode Entzündung an mehrern Stellen der Lungen (Nr. 216. II. p. 339).

§. 745. Die Infusion differenter, d. h. als Reize, Gifte oder Heilmittel bekannter Substanzen kann in quantitativer Hinsicht aufgefaßt werden: so finden wir, daß Hunde zehn Tropfen ätherischen Salbeiöles (Nr. 494. I. S. 190), eine halbe Drachme Harnsalz (ebd.), eine Drachme salzsauren Ammoniums (ebd. II. S. 256), anderthalb Drachmen salzsauren Natrums (ebd. I. S. 187), zwei Unzen Essig (ebd. II. S. 46) u. s. w. vertrugen. Wichtiger sind indeß die qualitativen Wirkungen. Bei einem großen Reichthume an Beobachtungen darüber, sind wir sehr arm an Resultaten; da indeß der Gegenstand für die Physiologie wichtig ist, wollen wir versuchen, dem Erfahrungsschatze, der vorzüglich in den Sammlungen von Scheel (Nr. 494), Dieffenbach (Nr. 528) und Orfila (Nr. 577) niedergelegt ist, wenigstens Einiges für die Wissenschaft abzugewinnen; die einzelnen Citate müssen hier zu Ersparung des Raumes wegfallen. Wir theilen die Wirkungen in solche, die der Infusion überhaupt angehören, solche, die der individuellen und momentanen Lebensstimmung anheim fallen, und solche, die auf einer specifischen Beziehung der fremden Substanz zu einer bestimmten Richtung des Lebens beruhen. A) Die differenten Stoffe wirken zuvörderst auf ähnliche Weise als die indifferenten oder zu Erhaltung des Lebens dienenden, wenn sie in das Blut infundirt werden, insofern sie demselben fremdartig sind. a) Affection der Athmungsorgane wurde fast in allen Fällen ohne Ausnahme beobachtet. Das Athmen wurde erschwert, zum Theil aussetzend oder ungleich, oder geräuschvoll, keuchend, oder es traten Erstickungszufälle ein, wenn Kohlenoxydgas, reines, kohlenhaltiges und phosphorhaltiges Wasserstoffgas, Stickstoffoxydulgas, Ammoniumgas und Chlorgas, Schwefelsäure, Kleesäure, Weinsteinsäure, Essig, Phos-

phor, Ammonium, Campher, Terpentinöl, Crotonöl, Schierling, Opium, Hefen, faulendes Blut, andere faulende thierische Stoffe, Eichenrinde, Galläpfel, Tinte, Eisentinctur, salzsaures Gold, salpetersaures Silber, salpetersaurer Wismuth, salzsaures Quecksilber, weinsteinsaures Spiesglas, salzsaures Zinn, schwefelsaurer Zink, essigsaures Kupfer u. s. w. infundirt worden war. In anderen Fällen wurde nur Beschleunigung des Athmens beobachtet von Sauerstoffgas, Stickgas und fauliger Luft, von Salpetersäure, salzsaurem Golde und salpetersaurem Silber, Salpeter und Salmiak, Weingeist und Äther, Cantharіden und Sennesblättern, Opium, Stechapfel, Giftlattich und Blausäure; Seltenheit und Langsamkeit des Athmens trat bisweilen von Sauerstoffgas und Stickgas, Salzsäure und Schwefelsäure ein. Übrigens bemerkte Segalas, daß bei Tödtung durch infundirten Weingeist das Athmen schon nach einigen Secunden, der Herzschlag erst nach zwei bis drei Minuten aufhörte (N. 423. XIII. p. 103 sqq.). Man fand die Lungen entzündet nach Infusion von salzsaurem Quecksilber, Äther, faulem Fleischwasser, Schierling, Campher und Terpentinöl; von Blute strotzend, dunkelfarbig, verdichtet und nicht knisternd nach salzsaurem Golde und Zinne, salpetersaurem Silber und Wismuth, essigsaurem Blei und Kupfer und weinsteinsaurem Spiesglas, Schwefelsäure und Salpetersäure, Phosphor, Cantharіden, Opium, Bilsenkraut, Stechapfel, Fingerhut; mit geronnenem Blute nach essigsaurem Blei, Schwefelsäure und Salzsäure, Weingeist, Drachenblut, Kirschlorbeer und Viperngift; mit Blutergießungen nach essigsaurem Blei, Crotonöl, Hefen und fauligem Blute. Man fand ferner das rechte Herz abnorm ausgedehnt nach Infusion von Stickgas, Stickstoffoxydulgas, kohlensaurem Gas, Wasserstoffgas, essigsaurem Blei, Äther, Drachenblut, China, Schierling; schwarzes Blut im Aortensysteme nach Sauerstoffgas, Stickstoffoxydulgas, salzsaurem Golde und Zinne, salpetersaurem Silber und Wismuth, Schwefelsäure, Salpetersäure, Ätzkali, Ammonium, salzsaurem Baryt und Phosphor. b) Es ist begreiflich, daß jeder fremdartige Stoff, dem Blute unmittelbar beigemischt, eine abnorme Reizung des Herzens bewirkt. So bewirkte das einem Hasen infundirte Schneckenblut Heftigkeit des Herzschlages; bei Hunden bewirkte infundirte Milch Herzklopfen,

Baumöl einen kleinen, schnellen, unregelmäßigen Puls, arabisches Gummi schnellen und unregelmäßigen Herzschlag, vollen und harten oder schwachen Puls. Daher beobachteten denn Regnaudes (Nr. 494. II. S. 90) und Fr. Hufeland (Nr. 528. S. 13) nach Infusion von den verschiedenartigsten Substanzen, als Sennesblättern, Guajakholz, arabischem Gummi, Brechweinstein, Campher, Opium u. s. w., bei Menschen zunächst große Unruhe, fieberhaften Zustand, unregelmäßigen Puls und dann Schweiß. B) Andere Symptome erklären wir für zufällig, wenn sie einerseits mit der sonst bekannten Wirkungsweise einer Substanz in gar keiner Verbindung stehen, andererseits durch ganz verschiedene Substanzen bisweilen auf gleiche Weise veranlaßt werden. Unter der Zufälligkeit verstehen wir aber die Abhängigkeit der Folgen einer Einwirkung von der individuellen und momentanen Stimmung des Lebens überhaupt, so wie der verschiedenen Systeme und der einzelnen Organe. Wir können uns nämlich das Verhältniß der verschiedenen Lebensthätigkeiten unter dem Bilde eines Netzes von Anastomosen denken: der Eindruck auf den ganzen Strom äußert sich in demjenigen Zweige vorzüglich, der vermöge seiner augenblicklichen Stimmung am empfänglichsten dafür ist, und bewirkt hier nach Maaßgabe der Umstände Beschleunigung oder Verlangsamung, Stockung oder rückgängige Bewegung. So kann eine Veränderung des Blutes eine Störung des Athmens, dadurch Affection des Sensoriums, hierdurch wieder Verstimmung der Muskelthätigkeit hervorbringen, so daß diese allein durch Symptome sich äußert, während die Affectionen, durch die sie herbeigeführt wurde, unmerklich sind; und so kann wieder eine einzelne Muskelpartie nach ihrer momentanen Stimmung auf diese oder jene Weise ihre Affection äußern. So belehrt uns die Anschauung des Lebens auch auf andere später auseinanderzusetzende Weise, daß ein und dasselbe Symptom auf den verschiedenartigsten Zuständen beruhen, und derselbe Zustand durch die verschiedensten Symptome sich äußern kann. Wer also die Symptome in ihrer Einzelnheit festhält und etwa z. B. aus Orfilas (Nr. 577. I. part. 2. p. 39) Beobachtung, wo ein Hund nach Infusion von salpetersaurem Silber convulsivische Bewegungen des rechten Vorderfußes und blutig wässerigen Ausfluß

aus dem linken Nasenloche bekam, schließen wollte, das salpetersaure Silber wirke auf das Brustglied der rechten und die Nasenhöhle der linken Seite, könne also auch als Heilmittel bei Affectionen dieser Puncte dienen, der würde sich ganz aus dem Kreise verständiger Naturforschung verirren. Freilich können wir den Grund solcher Symptome nicht einzeln nachweisen und z. B. erklären, warum von zwei Hunden, denen Lanzoni Zimmtwasser infundirte, der eine blind, taub, wüthend wurde und starb, während der andere sich nur darauf erbrach (Nr. 494. I. S. 32): aber es reicht hin, dergleichen als zufällig zu erkennen. Dies gilt namentlich von dem animalen Leben und von den Functionen, auf welche dasselbe einen unmittelbaren Einfluß ausübt. c) Hufeland beobachtete nach Infusion von Campher, Opium u. s. w. gewöhnlich Würgen. So hat man nach Infusion von Menschenblute bei Hunden, ferner von Wasser, Zimmtwasser, kohlensaurem Ammonium, Schwefelsäure, Sennesblättern, Cantharidentinctur, Bilsenkraut, Giftlattich, Stechapfel, Fingerhut u. s. w. Erbrechen erfolgen sehen, und es bleibt daher zweideutig, ob Brechweinstein und andere metallische Salze diese Wirkung vermöge ihrer specifischen Kraft hervorbrachten. d) Noch zweideutiger sind die Darm- und Harnausleerungen, die bei jedem geängstigten Thiere zu erfolgen pflegen. e) Jede Infusion kann durch Störung des animalen Lebens Muskelschwäche und Krämpfe in verschiedenen Formen hervorbringen. So bewirkt infundirte Luft bald bloß Zittern, bald Convulsionen, bald Starrkrampf; wird aber wenig Luft auf einmahl, und dafür öfter infundirt, so erfolgt nach Nysten (Nr. 418. p. 32) der Tod ohne Krämpfe. Wasser, Baumöl, arabisches Gummi bewirkten bald Muskelschwäche, bald Convulsionen; und so hatte es denn weniger Bedeutung, wenn Metallsalze und narkotische Substanzen Krämpfe verursachten; wenn Säuren und Gerbestoff vorzüglich Starrkrampf zu bewirken schienen, so brachten doch wieder andere Substanzen, z. B. Ammonium oder Opium, bald Starrkrampf, bald Convulsionen hervor. Die Thiere machten die Bewegungen des Kauens und Schlingens, als ihnen Baumöl oder Crotonöl, Weingeist oder Campherspiritus, Brechweinstein oder Grünspan eingespritzt war. f) Eben so ist das Geschrei der Thiere nur der allgemeine Aus-

druck unangenehmer Empfindung, welche von sehr verschiedenen organischen Störungen herrühren kann, und wurde nach Infusion von atmosphärischer Luft oder von Baumöl, so wie von Säuren, Metallsalzen, Ammonium, Cantharriden, narkotischen Stoffen und fauligen thierischen Flüssigkeiten bemerkt. g) Auch Schwindel, Betäubung und apoplektischer Zustand trat nicht allein nach Infusion von narkotischen Giften und Metallsalzen, sondern auch von Wasser, Baumöl oder arabischem Gummi ein. C) Bei dem Allen wirken gewisse Substanzen, wenn sie in das Blut infundirt werden, eben so als wenn sie auf andere Weise mit dem Organismus in Berührung treten, specifisch auf bestimmte Richtungen des Lebens ein, weshalb man denn auch bisweilen Arzneimittel zu infundiren versucht hat. Brechweinstein und schwefelsaurer Zink, in die Adern gebracht, erregen Erbrechen; salpetersaures Silber (Nr. 577. I. part. 2. p. 38), salzsaures Quecksilber (Nr. 216. I. p. 182), Opium (Nr. 494. I. S. 251), Schierling (ebd. S. 245), faulige thierische Flüssigkeit (Nr. 528. S. 164) verursachte Darmentzündung; essigsaures Blei unterdrückte die Darmausleerung (Nr. 216. I. p. 284); Cantharriden bewirkten eine Entzündung der Harnblase (Nr. 577. I. part. 2. p. 211); salzsaures Quecksilber brachte Speichelfluß hervor (Nr. 216. I. p. 182); Opium entwickelte seine Wirkungen entweder in vollständiger Folgenreihe, so daß zuerst Aufregung aller Sinne, Exaltation des gesammten animalen Lebens, dann Trägheit und Abstumpfung, endlich Betäubung eintrat (Nr. 528. S. 80), oder bewirkte letztere sogleich durch Überwältigung des animalen Lebens (Nr. 577. II. part. 1. p. 135); Wein (Nr. 494. I. S. 190. 211 II. S. 29. Nr. 528. S. 139) oder Weingeist (Nr. 494. I. S. 33) bringt Berauschung hervor u. s. w. Ob solche Stoffe überhaupt nur dann wirken, wenn sie in das Blut übergegangen sind, werden wir später zu untersuchen haben.

§. 746. Was nun die Wirkungsweise des Blutes betrifft, so giebt es A) den Stoff zur Bildung von festen Theilen und von Flüssigkeiten, nimmt aber aus denselben wieder Stoffe auf, wie in der Lehre von der organischen Bildung weiter nachzuweisen ist, wie aber auch schon aus der obigen (§. 741, a) Erfahrung erhellt, nach welcher bei einer zu geringen Quantität Blut die

Nutrition und Secretion spärlich und unvollkommen erfolgt; auch könnte man dahin deuten, daß jüngere Subjecte, bei welchen der Bildungshergang reger ist, durch Blutverlust verhältnißmäßig eher getödtet werden als ältere (§. 741, b). Allein die Folgen der Verblutung äußern sich augenblicklich, während die Ernährung allmählig und unmerklich vor sich geht, also auch ihre Unterbrechung das Leben nicht so schnell vernichten kann; eben so wenig kann das Erlöschen der Secretionen solche plötzliche Wirkungen äußern, zumahl da auch bei bedeutendem Blutverluste die Haargefäße erst zuletzt sich völlig entleeren. B) Vielmehr muß das Blut auch als Reiz wirken. Denn überall, wo sein Zutritt zu Organen aufgehoben ist, beobachtet man zunächst nur eine Störung der Lebensthätigkeit, und außer der Leere der Gefäße und ihren mechanischen Folgen durchaus keine sichtbare Veränderung; unterhalb eines Aneurysma wird das Glied, wenn es deshalb zu wenig Blut empfängt, kalt, welk und schlaff, aber erst nach längerer Dauer magert es ab. Die Erscheinungen, welche in Folge eines starken Blutverlustes eintreten, als Mangel an Eßlust, Schwäche der Verdauung und Neigung zu reichlichen Schweißen, oder zu Durchfällen, oder zu serösen Ergießungen in das Zellgewebe, deuten darauf hin, daß es dem bildenden Leben nicht nur an Stoffe, sondern vorzüglich auch an Kraft mangelt. So erfolgt auch bei Congestionen augenblicklich nur Turgescenz, Vollsaftigkeit und aufgeregte Lebendigkeit, erst in weit späterer Folge aber vermehrte Bildung. Endlich verhält sich die Einwirkung des Blutes ganz nach den Gesetzen der Reizung. a) Nämlich jede Veränderung der Quantität des Blutes im ganzen Körper oder in einem einzelnen Organe wirkt um so stärker, je mehr sie von dem bisherigen Zustande abweicht. Stürzt das Blut aus der Wunde eines starken Zweiges, so tritt Ohnmacht oder selbst der Tod nach einem Blutverluste ein, der, wenn er aus einem kleineren Zweige langsam und tropfenweise erfolgt, ohne Nachtheil ertragen wird. Im letzteren Falle wird zwar Zeit gewonnen, um an die Stelle des verlorenen Blutes neue Säfte in das Gefäßsystem aufzunehmen: allein der Unterschied in der Wirkung ist gegen den Unterschied in der Zeit zu groß, als daß dies die Ursache seyn könnte, weshalb ein langsamer Blutverlust eher

ertragen wird. Wenn bei einem Aderlasse das Blut aus einer großen Öffnung der Ader schnell ausströmt, so bewirkt schon ein mäßiger Blutverlust nicht nur augenblicklich größere Mattigkeit und leichter Ohnmacht, sondern auch eine länger anhaltende Schwäche, weshalb denn auch eine solche Veranstaltung des Aderlasses sich besonders heilsam erweist, um die gesteigerte Lebendigkeit zu mäßigen, Fieber und Entzündung zu dämpfen; so kann nach Pemberton das Ablassen von acht Unzen Blut gegen eine Entzündung heilsam wirken, wenn es binnen drei Minuten, aber nicht wenn es binnen zehn Minuten vor sich geht (Nr. 521. S. 115): dagegen muß man eine kleinere Öffnung machen und eine langsamere Strömung veranlassen, wo es darauf ankommt, die Blutmasse zu vermindern, ohne die Lebendigkeit zu schwächen, also wo ein Übergewicht des Blutes ohne Steigerung der Lebendigkeit Statt findet. Bei Gewöhnung an Aderlässe kann äußerst wenig Blut vorhanden seyn, und dasselbe dennoch wegen der dabei erhöhten Reizbarkeit die Erscheinungen der Vollblütigkeit herbeiführen, wenn nicht seine Quantität von Zeit zu Zeit vermindert wird. Umgekehrt verursacht dieselbe Quantität Blut, die in einem Organe sich anhäuft, bei einer plötzlich eintretenden Congestion oder Entzündung viel heftigere Symptome als bei einer langsam entstandenen und allmählig gesteigerten Abnormität dieser Art. b) Wie jeder Reiz, der eine gewisse Richtung des Lebens zu steigern geeignet ist, bei einer zu starken Einwirkung dieselbe herabsetzt, so gilt dies auch vom Blute. Wenn bei mäßiger Vollblütigkeit der Puls frei, groß, voll, frequent, Lebensturgor, Wärmeerzeugung und Secretion vermehrt, das animale Leben aufgeregt und kräftig ist, so wird bei einem höhern Grade derselben der Blutlauf, der Wechsel der Stoffe und die gesammte Lebensäußerung träge, und es entsteht Schmerz des Kopfes, Benommenheit, Schläfrigkeit, Beklemmung des Athmens, Einschlafen der Glieder u. s. w. Am unmittelbarsten belehren uns von diesem Verhältnisse die Versuche, wo man einem Thiere fremdes Blut transfundirte, nachdem man ihm zuvor entweder zu wenig Blut oder gar keines abgelassen hatte: der Herzschlag wird bei solcher Überfüllung schwach und wellenförmig; das Athmen erschwert, tief, häufig, keuchend; das Thier äußert große Unruhe und Angst, oder

wird träge, stumpfsinnig, wie betäubt und stirbt; nach dem Tode findet man zum Theil das Herz mit geronnenem Blute gefüllt. (Nr. 494. I. S. 180. II. S. 136. 144. 150. Nr. 528. S. 27). Eben so unterdrückt das Blut durch zu starke Anhäufung in einzelnen Organen die Functionen derselben: bewirkt im Gehirne Betäubung und Schlagfluß, in der Netzhaut Blindheit, in den Lungen Erstickung u. s. w. Auf der Höhe eines entzündlichen Fiebers ist der Puls träge und unterdrückt und wird erst nach einem Aderlasse stark, groß und frequent. So wird durch einen Blutverlust das Leben oft mehr aufgeregt, und seine Äußerung selbst auf krankhafte Weise gesteigert; ein Aderlaß hat dann fieberhafte Bewegungen, Wallungen, Herzklopfen, starken und frequenten Puls zur Folge. Daher kann denn ein und dasselbe Symptom auf einander gerade entgegengesetzten Zuständen beruhen. Herklopfen kann von Vollblütigkeit, wie von Mangel an Blut herrühren; Delirien und Convulsionen können entstehen, wenn zu viel oder zu wenig Blut zum Gehirne geführt wird u. s. w. c) Übrigens kommt es überall nicht auf die Menge des Blutes an sich, sondern auf deren Proportion zum Organismus an. So kann sie relativ zu groß seyn und Symptome von Vollblütigkeit bewirken, wenn ihr entweder das Wirkungsvermögen der Organe, oder die Geräumigkeit des Gefäßsystemes nicht entspricht: Ersteres (plethora ad vires) ist der Fall, wenn bei gewohntem Mangel an Blute schon eine unbedeutende Vermehrung desselben vermöge der gesteigerten Reizempfänglichkeit Wallungen erregt; Letzteres (plethora ad spatium) tritt ein, wenn durch einen krampfhaften Zustand mehrere Organe weniger Blut aufnehmen als sonst, oder wenn nach Amputationen ganzer Gliedmaaßen die Blutbildung noch so reichlich ist, wie sie bei vollständigen Gliedmaaßen war. C) Es ist klar, daß das Blut auf alle Organe erregend einwirkt, daß es aber d) zunächst auf sein eigenes Organ, das Herz, diese Wirkung ausübt (§. 717, f). Nichts schwächt, wie Wedemeyer (Nr 529. S. 189) bemerkt, die Kraft des Herzens in seinem Einflusse auf den Kreislauf so sehr als Blutverlust; beim Verbluten wird der Herzschlag schwächer und schneller, dann unregelmäßig und aussetzend, bis er endlich ganz aufhört. Froschherzen, welche schon bewegungslos waren, brachte

v. Humboldt (Nr. 546. II. S. 264 fg.) von Neuem zum Schlagen, wenn er sie in Blut tauchte; und waren sie durch Wiederholung dieses Versuches ermattet, so schlugen sie wieder lebhafter, wenn er sie in die Brusthöhle eines Frosches brachte, wo frisches Blut ergossen war; das Herz einer Kröte, das durch keine mechanische Reizung mehr zum Pulsiren zu bringen war, fing, als es wieder in seine Brusthöhle gebracht war, an schwach zu pulsiren, pulsirte aber schneller, als es in die frisch geöffnete Brusthöhle eines Frosches gelegt wurde. Gleichen Erfolg hatte das Eintauchen von Fischherzen in Eidechsenblut, und von Maulwurfsherzen in Ratzenblut; aber das Herz einer Maus wurde durch Blut kaltblütiger Thiere nicht zum Schlagen gebracht. e) Indem das Blut in Masse die Höhlungen des Herzens anfüllt, erregt es dasselbe zum Schlagen, um dadurch selbst in Bewegung gesetzt und fortgetrieben zu werden In den Haargefäßen hingegen findet es sein Ziel und tritt hier in eine innigere Gemeinschaft und chemisch-dynamische Wechselwirkung mit den Organen, von welchen die Haargefäße integrirende Theile sind, indem das Gefäßsystem hier seine Selbstständigkeit aufgiebt (§. 702, a). Hier in die Substanz der Organe aufgenommen, erregt es die eigenthümliche Lebendigkeit eines jeden derselben und übt so seinen Einfluß auf das Gesammtleben aus, wie es denn auch noch auf die Todtenstarre wirkt (§. 635, h). Die Erscheinungen aber, welche durch eine, besonders plötzliche, Veränderung der Quantität (§. 741) oder Qualität (§. 743) des Blutes herbeigeführt werden, überzeugen uns, daß es nur das animale Leben, nicht das pflanzliche ist, welches der fortdauernden und stetig erneuerten Einwirkung arteriösen Blutes bedarf (wovon wir den Grund bei näherer Betrachtung dieser höheren Form des Lebens auszumitteln suchen werden), daß also das Blut seine erregende Kraft vorzugsweise auf die animalen Functionen richtet. Daher bewirkt ein starker und plötzlicher Blutverlust hauptsächlich Schwindel, Verdunkelung des Gesichtes, Bewußtlosigkeit und Ohnmacht und hinterläßt für immer Mattigkeit, öfters aber auch Lähmungen, oder bleibende Geistesschwäche, oder Delirien. Die Verblutung ist zunächst eine Aufhebung des animalen Lebens, nach welcher das Herz noch eine Zeit lang zu schlagen fortfährt, wie dies auch durch

Piorrys Beobachtungen bestätigt worden ist (Nr. 196. XIII. S. 189). Daher sah auch Richerand Hunde, bei welchen er beide Carotiden und Vertebralarterien unterbunden hatte, eben so hinstürzen und nach wenigen Secunden sterben wie die, denen er die Aorta selbst dicht am Herzen unterbunden hatte (Nr. 235. III. p. 296): der Mangel an arteriösem Blute im Gehirne hatte dieselbe Wirkung wie der im ganzen Körper. Unregelmäßigkeiten des Blutlaufes durch Abnormitäten des Herzens haben mehr oder weniger Störungen der Seelenthätigkeit zur Folge, und wie das Blut vorzüglich auf die Stimmung des Gemüthes wirkt, wird sich bei der nähern Betrachtung dieser Richtung der Seele ergeben. D) Die Reizkraft des Blutes beruht auf der innern Beschaffenheit seiner Substanz und deren chemisch-dynamischem Verhalten zu den festen Theilen; aber das mechanische Verhältniß hat auch einen Antheil daran. f) Zunächst bewirkt das Blut vermöge seiner Quantität (§. 691) und seiner Expansion (§. 690) eine Prallheit und Spannung der festen Theile, welche das Ineinanderwirken derselben befördert. Bei der Verblutung werden alle Theile welk und schlaff; bei verstärktem Blutzuflusse nimmt ihr Umfang und ihre Prallheit zu. So schwillt das Gehirn bei vermehrtem Blutandrange an, daß es, gegen den Schädel sich drängend, allmählig Gruben in demselben bildet, ja in seltenen Fällen sogar seine Nähte sprengt, bei dessen Verletzungen aber gemeiniglich aus ihm hervortritt. So ändert sich auch das Volumen des Körpers unter Verhältnissen, welche die Bewegung des Blutes gegen die Peripherie überhaupt oder gegen einen einzelnen Theil verstärken oder schwächen. Nach Martinis Messungen (Nr. 228. XXXI. S. 73) nahm der Umfang von Brust und Bauch nach dem Essen (§. 767) um 5 Linien zu, nach einer starken Mahlzeit oder nach reichlichem Trinken von Wein und Kaffee die Brust um 7, der Bauch um 10 bis 12 Linien; dagegen wurde nach Brandweintrinken der obere Theil der Brust um 5, der untere um 12, der Bauch um 5 Linien enger. Die Brust nahm im Umfange nach dem Blasen eines musikalischen Instrumentes um 8, bei dem Zorne oben um 6, unten um 8 Linien zu, in der Kälte um 6 Linien ab; nach dem Gehen wurde die Wade um 5, der Schenkel um 7 Linien dicker.

g) Die Gewalt, mit welcher der Stoß des Herzens auf das Blut in den Arterien wirkt, bringt nicht nur in den Arterien, sondern auch in den benachbarten Organen eine Erschütterung hervor: stützt man z. B. den Ellnbogen auf den Tisch, indem man in der Hand einen langen Körper hält, so sieht man diesen, den Pulsschlägen entsprechend, sich heben und senken; eben so bewegt sich der über den andern im Sitzen gekreuzte Schenkel. Betrachten wir nun das Gefäßsystem als einen mechanischen Apparat von zusammenhängenden Röhren, in deren Kreise das Herz als Saug- und Druckwerkzeug eingeschlossen ist, so scheint es uns, als ob letzteres auch bei einer viel schwächern Wirkung den Blutumlauf bewerkstelligen könnte; und bedenken wir noch, daß außer ihm auch andere Kräfte den Blutlauf bestimmen (§. 758 fgg.), so ist es offenbar, daß jene Gewalt in dieser Hinsicht entbehrlich ist. Da jedoch die Annahme einer nutzlosen Verschwendung von Kraft in einer organischen Einrichtung, die so allgemein ist, uns widerstrebt, so können wir auch diese Erschütterung nicht für bedeutungslos halten, sondern müssen vermuthen, daß sie auf die Lebendigkeit der Organe Einfluß hat, wie dies Bichat (Nr. 559. p. 185—202) zuerst wahrscheinlich gemacht hat. In der That scheint die mechanische Agitation, welche durch den fortdauernden Wechsel von Erweiterung und Verengerung des Brustkastens, der Lungen und des Herzens, so wie durch die Bewegung der Bauchwände, des Magens, des Darmcanales und der Harnblase hervorgebracht wird, auf die Lebendigkeit der Organe einen bedeutenden Einfluß zu haben; und so dürfte denn auch der Stoß des Arterienblutes erregend wirken. Darauf scheint auch das Verhältniß der Krümmungen der Arterien hinzudeuten: sie vermitteln nämlich eine stärkere Erschütterung der benachbarten Organe, da sie eine größere Flächenberührung geben und eine weitere seitliche Verlängerung gestatten, und sie finden sich, wie auch Bell (Nr. 497. p. 42 sqq.) bemerkt, vorzüglich nur an den lebendigern Organen, z. B. am Kopfe mehr als an den unteren Gliedmaaßen; auch werden die Arterien des Fruchthälters, der Milchdrüsen u. s. w. bei erhöhter Lebensthätigkeit dieser Organe stärker und vielfacher gekrümmt, als sie zuvor waren. Ganz offenbar ist aber der die Lebendigkeit steigernde Ein=

fluß solcher Erschütterung auf das Gehirn, und wenn derselbe hier deutlicher ist als in anderen Organen, so beruht dies darauf, daß an diesem Centralpuncte des animalen Lebens die erregende Wirkung des Blutes überhaupt am deutlichsten sich offenbart. Wir finden nämlich am menschlichen Gehirne Einrichtungen, vermöge deren es durch die Wirkungen des Herzschlages erschüttert werden muß. Die zu ihm tretenden Arterienäste bilden nämlich, ehe sie Zweige in dasselbe abgeben, an seiner unteren Fläche gekrümmte Verzweigungen und einen Kreis, in welchem ein nach oben und vorne gehender Blutstrom mit einem nach oben und hinten gehenden zusammentrifft, so daß sie bei jeder Systole des Herzens nach oben sich strecken und das auf ihnen ruhende Gehirn heben müssen, da sie noch überdies keine Faserhaut haben und daher sowohl dem Stoße des Herzens eher nachgeben, als auch denselben auf die weiche Hirnmasse eher fortpflanzen. Daher sieht man denn sowohl an Leichnamen beim stoßweisen Einspritzen von Wasser in die Carotiden, als auch an lebenden Menschen unter Umständen, welche dergleichen Beobachtungen gestatten, bei jedem Herzschlage das Gehirn aufsteigen und im folgenden Momente herabsinken. Diese Bewegungen lassen beim Sinken der Lebenskräfte nach, werden bei Blutungen schwächer, setzen während einer Ohnmacht aus, nehmen bei vermehrtem Blutandrange nach dem Kopfe zu und werden durch Verschließung der Hirnarterien aufgehoben: mit einem Worte sie entsprechen genau dem Stoße des Herzens und seiner Fortpflanzung auf das Gehirn (Nr. 464. III. S. 32—37). Andererseits aber stehen sie auch in geradem Verhältnisse zur Regsamkeit der Seelenthätigkeiten: bei der durch Hirnerschütterung bewirkten Betäubung fehlen sie, und wie sie allmählig sich wieder einstellen, kehrt auch das Bewußtseyn wieder. Sie sind bei den Säugethieren schwächer als beim Menschen und fehlen bei den Vögeln, Amphibien und Fischen gänzlich. Bei Fischen und Urodelen kann das Herz keinen solchen unmittelbaren Einfluß auf das Gehirn ausüben, da zwischen beiden Organen das Gefäßsystem der Kiemen eingeschoben ist. Bei den übrigen Amphibien giebt nur der eine der beiden Stämme, in welche die Aorta zerfallen ist, die Arterien des Kopfes und der vordern Gliedmaaßen, und zwar meist so, daß die Kopfarterie nur

ein schwacher Zweig der Schlüsselbeinarterie, und die Hirnarterie nur der letzte Zweig der Kopfarterie ist. Bei den Vögeln fehlt ebenfalls noch eine aufsteigende Aorta, indem die Aorta sogleich nach ihrem Austritte aus dem Herzen in einen linken Stamm, die linke Schlüsselbeinarterie, und einen rechten, die absteigende Aorta, aus der die rechte Schlüsselbeinarterie entspringt, sich spaltet; die Carotis, welche aus der rechten, oder aus der linken, oder aus beiden Schlüsselbeinarterien entspringt und die Wirbelarterie abgiebt, ist verhältnißmäßig sehr eng und oftmahls unpaarig bis gegen die Grundfläche des Schädels, wo sie sich in mehrere Zweige zertheilt, unter welchen die Hirnarterie sich nicht durch einen stärkeren Durchmesser auszeichnet. Erst bei den Säugethieren geht die ganze Masse des Blutes in einem Strome durch die aufsteigende Aorta, so daß ein stärkerer Andrang gegen den Kopf und Bewegung des Gehirnes dadurch gegeben wird. Am stärksten aber ist dies Verhältniß beim Menschen, denn bei ihm ist die Basis des Herzens und der Ausgang der Aortenkammer am meisten gegen das Gehirn gerichtet, und die innere Carotis nicht mehr ein untergeordneter Zweig der äußeren, sondern die gerade Fortsetzung des Stammes, so daß also das Blut hier in gerader Richtung und mit voller Macht gegen das Gehirn strömt (Nr. 464. III. S. 116 fgg.): zwar drückt nach dem allgemeinen hydrostatischen Gesetze die Flüssigkeit nach allen Richtungen gleichförmig auf ihre Wandungen; allein bei einer stoßweisen Bewegung prallt sie auch an die gegenüberstehende Wandung mit größerer Stärke an (§. 728, a). h) Die innere Carotis trifft zuerst scheitelrecht auf das Felsenbein und läuft dann umgebogen in ihrem Knochencanale, den sie ganz ausfüllt und mit dessen Beinhaut sie fest verwachsen ist; daher sieht man bei krankhaft verstärktem Blutandrange bisweilen den Kopf bei jedem Pulsschlage aufwärts getrieben werden (ebd. S. 32. 36). Was aber in abnormem Zustande mit ungewöhnlicher Heftigkeit eintritt, muß in geringerem Grade für gewöhnlich Statt finden: das gegen die Knochenwand anprallende Blut muß in derselben eine Schwingung hervorbringen, welche auch im Gehirne ein gelindes Erbeben verursacht. Ein solches Erbeben kann der Blutstrom wohl auch in anderen weichen Gebilden bewirken, nur daß es dann unsichtbar,

aber als innere Schwingung dem Gehöre wahrnehmbar seyn würde. Nun hört man, wenn man einen Finger in das Ohr steckt, ein fortwährendes Sausen, und man dürfte vermuthen, daß es von der durch den Blutlauf im Finger verursachten Schwingung herrührte, wenn nicht vielleicht eine lebendige Thätigkeit der Muskelfasern daran Antheil hätte. Wir werden späterhin darauf zurückkommen. — Übrigens scheint bei den niedrigeren Thieren die mechanische Wirkungsweise des Blutlaufes sich zu verlieren: Insecten, denen man das Rückengefäß ausgeschnitten oder mit fremdartiger Substanz gefüllt hat, leben fort, so lange die Organe noch mit Lebenssaft getränkt und umgeben sind.

Wirkung des Organismus auf die Qualität des Blutes.

§. 747. Wir haben bereits bemerkt, daß die Qualität des Blutes bei den verschiedenen Geschlechtern (§. 168, a), in der Schwangerschaft (§. 347, b), im Fruchtleben (§. 464, c. 467, k), in der Jugend (§. 539), im höheren Alter (§. 584, a) und im Winterschlafe (§. 612, d) verschieden ist, indem sie durch die Verhältnisse sowohl der Blutbildung mittels der Verdauung und Athmung, als auch der Blutzersetzung bei Ernährung und Absonderung bestimmt wird. Allein auch unabhängig von diesen Processen übt der Lebenszustand des übrigen Organismus einen deutlichen Einfluß aus. Das Blut bringt durch seine Beweglichkeit Gemeinschaft unter die verschiedenen Theile des Körpers und wird so auch in seiner Qualität durch den Zustand ihrer Functionen bestimmt. Seine Empfänglichkeit dafür, so wie überhaupt seine hohe Veränderlichkeit äußert sich besonders darin, daß das Blut, während es aus der Ader strömt, oftmahls seine Eigenschaften ändert. a) Nach Bellingeri ist die zuerst ausgeflossene Portion meist weniger elektrisch (Nr. 236. 1823. p. 643), und nach Rossi wechselt dies bisweilen so, daß auf eine nicht elektrische eine elektrische, dann wieder eine nicht elektrische Portion folgt (ebd. p. 639). b) Die erste Portion ist gewöhnlich dunkler und dichter. J. Davy fand bei verschiedenen Thieren, die er verbluten ließ, die letzte Portion wenigstens um ein oder zwei Tausendtheile (Nr. 361.

II. S. 389), bisweilen aber auch um fünf bis sieben (Nr. 185. I. S. 130) leichter als die erste, so daß z. B. bei einem Ochsen die specifische Schwere der ersten Portion 1058, die der letzten 1051 war. c) Die erste Portion gerinnt später als die letzte (§. 754, e). d) Die erste giebt mehr Blutkuchen als die folgenden, jedoch so daß dessen Quantität in einer späteren Portion sich wieder vermehrt. So war das Verhältniß des Serums zum Blutkuchen nach Thackrah (Nr. 499. p. 100) in einem Falle anfangs wie 1 : 2,25, dann wie 1 : 1,41, endlich wie 1 : 1,76; und in einem andern Falle zuerst wie 1 : 1,28, dann wie 1 : 1,04, hierauf wie 1 : 1,31, sodann wie 1 : 1,13, endlich wie 1 : 1,19. e) Die erste Portion enthält mehr Faserstoff: in 1000 Gran Kuchen derselben fand Scudamore (Nr. 521. S. 99) zwölf Gran, in eben so viel der letzten Portion nur sechs Gran Faserstoff; nach Davys Beobachtungen sank während der Blutung die Quantität des Faserstoffes von 0,37 auf 0,34, oder von 0,47 auf 0,37, oder von 0,17 auf 0,16, stieg aber in einem Falle von 0,36 auf 0,40 (Nr. 361. II. S. 389). Auch Lavagna fand in dem Blute eines Kaninchens anfangs sehr viel, und während des Todes fast gar keinen Faserstoff (Nr. 185. IV. S. 154). f) Davy fand auch das Serum der ersten Portion dichter als das der letzten, indem die specifische Schwere von 1027 auf 1022, oder von 1024 auf 1018 sank. g) Oft bildet sich auf der ersten Portion eine Speckhaut, auf der letzten keine. Hewson (Nr. 553. I. p. 53 sqq.) führt mehrere Fälle dieser Art an, unter anderen auch solche, wo ein an demselben Tage wiederholter Aderlaß die gleichen Erscheinungen zeigte, wodurch denn erwiesen wird, daß das Blut während des Aderlasses und auf seine Veranlassung umgewandelt wird. h) Gendrin (Nr. 538. II. p. 439) bemerkt, daß, wenn der Aderlaß durch eine Ohnmacht unterbrochen worden ist, das hierauf ausfließende Blut keine Speckhaut mehr bildet, einen weicheren größeren Kuchen giebt, und mehr Cruor im Serum sich absetzt. — Schröder (Nr. 502. p. 53 sqq.) sucht diese Erscheinungen mechanisch zu erklären und nimmt an, während des Aderlasses verengerten sich die Haargefäße, nähmen deshalb weniger Blutkörner auf und führten mehr Serum in die Venen, so daß das venöse

Blut dadurch wässeriger würde und eben deshalb keine Speckhaut gäbe; er beruft sich auf eine Beobachtung, nach welcher das Blut aus der Hohlvene eines Leichnams eben so spät und fest geronnen sey als die erste Portion des Aderlasses. Allein mehrere der genannten Beobachter haben jene Erscheinungen nicht am venösen, sondern am arteriösen Blute, z. B. Lavagna an dem der Carotis, gesehen; auch dürfte die Verminderung der Dichtigkeit des Serums schwerlich von einer Verengerung der Haargefäße abzuleiten seyn; diese Verengerung selbst aber ist, wo sie wirklich Statt findet, mehr ein Anschmiegen an die verminderte Blutmasse als eine Zusammenschnürung, welche den Eintritt der Blutkörner verhindern könnte. Schröder nimmt für seine Erklärung noch zu Hülfe, daß das Blut bei einem starken Aderlasse durch die zufließende Lymphe verdünnt, und beim Todeskampfe durch Zusammenziehung des Magens mit Magensaft und Galle vermischt und dadurch am Gerinnen gehindert werde: allein während der kurzen Dauer eines Aderlasses dürfte schwerlich so viel Lymphe zufließen, um jene Erscheinungen hervorbringen zu können; und die Annahme einer Beimischung von Magensaft und Galle ist eine zu gewaltsame Hypothese, als daß man ihr einiges Zutrauen schenken könnte. Die Erfahrungen über die Gerinnbarkeit des Blutes (§. 754) beweisen, daß seine chemischen Qualitäten durch Veränderung des Lebenszustandes plötzlich verändert werden können, und mögen auch die obigen Erscheinungen zum Theil auf mechanischen Verhältnissen, so wie auf dem Zutritte anderer Säfte beruhen, so beweisen sie für immer, wie leicht das Blut durch eine Veränderung der Lebensverhältnisse im Gesammtorganismus umgewandelt werden kann.

§. 748. Die Wirkung der Umgebungen auf das Blut muß zunächst eine materielle, also eine mechanische oder chemische seyn, d. h. entweder auf die Ausdehnung im Raume, oder auf die Beschaffenheit der Substanz sich beziehen; in dem einen aber wie im anderen Falle ist ein Thätigkeitsverhältniß sowohl der Grund als auch die Folge solcher materiellen Einwirkung. Was nun das mechanische Verhältniß betrifft, so haben wir a) gefunden, daß das Herz durch eigene Kraft ohne Mitwirkung einer anderen als mechanischen Kraft der Gefäße den Kreislauf vollbringt (§. 719—

723); da nun gleichwohl die Gefäße nicht nur eine durch die Lebendigkeit erhöhte Federkraft oder Tonus, sondern zum Theil auch Muskelkraft besitzen (§. 732—737), und wir diese unmöglich für ganz unwirksam und bedeutungslos halten können, so wird es uns sehr wahrscheinlich, daß dieselbe in der Zusammendrückung des Blutes an und für sich ihren Zweck findet. Indem nämlich das Blut die Arterien selbst über den durch ihre Cohäsion gegebenen Durchmesser ausdehnt und der Äußerung ihrer Federkraft, noch vielmehr aber ihrer nach einer noch stärkeren Zusammenziehung strebenden Muskelkraft Gränzen setzt, findet zugleich seine eigene Expansivkraft in der dagegen wirkenden Zusammenziehung der Arterien ihre Schranken, und so entsteht denn eine Spannung zwischen den beiden Gliedern des Blutsystemes, vermöge deren die Lebendigkeit erhöht wird. Denn alle Kräfte werden nur durch ihren Gegensatz zur Äußerung bestimmt: bei einem solchen Conflicte zweier entgegengesetzter Kräfte, in welchem beide so aus einander gehalten werden, daß keine von der anderen besiegt wird, aber auch keine durch ihre ungehinderte Äußerung ihr Ziel erreicht und sich erschöpft, entsteht daher eine hohe Regsamkeit, die wir eben als Spannung bezeichnen. Nun wechselt der Blutgehalt der Arterien, indem sowohl die Blutmenge überhaupt in einem gewissen Zeitraume nach der Verdauung vermehrt und späterhin durch die fortdauernden, stärkeren oder schwächeren Secretionen mehr oder weniger vermindert wird, als auch, übereinstimmend mit dem Wechsel der Lebensthätigkeit der verschiedenen Organe, einzelne Arterien in gewissen Zeiten mehr Blut als gewöhnlich aufnehmen und eben so viel anderen entziehen; überdies kann die Expansivkraft des Blutes selbst unter dem Einflusse des Lebens und seiner äußeren Verhältnisse, namentlich der Temperatur, zu oder abnehmen. Die Arterien nun schmiegen sich an das Blut an, wie die Haut an das Fleisch, und folgen ihm durch ihre Bewegungskraft bei allen seinem Wechsel, so daß dadurch immer die Spannung erhalten wird, selbst nach einem zufälligen großen Blutverluste (§. 743, b). Blut und Arterie suchen, um es bildlich auszudrücken, einander als nach Ergänzung ringende Glieder: das Blut drängt nach außen gegen seine Wandung, und die Arterie strebt nach innen gegen ihren Inhalt, so daß in diesem Wechsel-

verhältnisse die lebendige Einheit der Glieder verwirklicht wird. b) Die Mechanik, sagt Arnott (Nr. 589. I. S. 490), vermeidet alle stoßweise Bewegung, um die Abnutzung zu verhüten, und so zeigen auch alle Organe eine sanfte Bewegung, mit Ausnahme des Herzens: also muß die stoßweise Wirkung des letzteren einen besonderen Zweck haben. Dieser Zweck kann nun in der Erschütterung der Organe bestehen (§. 746, g): allein es fragt sich, ob nicht auch die gleichzeitige Erschütterung des Blutes auf dieses von bedeutendem Einflusse ist? Ob alle Insecten, namentlich im ausgebildeten Zustande, ein vollständiges Gefäßsystem haben, ist noch nicht entschieden: Strauß (Nr. 573. p. 357) fand bei seinen genauen Untersuchungen des Maikäfers acht seitliche Öffnungen am hinteren Theile des sogenannten Rückengefäßes, welche bei der Diastole sich aufthun und aus der Bauchhöhle das Blut einsaugen, welches bei der Systole, während welcher sie durch Klappen geschlossen sind, durch die aus dem vorderen Theile des Rückengefäßes nach dem Kopfe gehende Arterie ausgetrieben und frei ergossen ist. Sonach würde denn hier die Pulsation des Herzens weder auf den Umtrieb des Blutes sich beziehen, noch auch eine Erschütterung der Organe bewirken können. Jedenfalls aber sind die Gefäße bei den Insecten so sparsam, daß der größte Theil des Lebenssaftes die Organe unmittelbar umspült, und so wird auch nur ein sehr kleiner Theil desselben in der vordersten Abtheilung des Rückengefäßes bei deren Systole in die Arterie getrieben, der größte Theil hingegen nach hinten zurückgeworfen. Wie wir nun hier ein stetes Wogen des Blutes nach vorne und wieder eine Strecke nach hinten bemerken, so erkennen wir eine solche Fluctuation überall, unter welcher Form auch das Herz erscheint, wie denn bei den Wirbelthieren das Blut in den Arterienkammern abwechselnd gegen die Spitze und gegen die Basis getrieben wird (Nr. 152. I. p. 61). Auf einem allgemeinen Gesetze (§. 593, c) beruhend, kann diese Fluctuation (§. 714, f) nicht ohne Bedeutung seyn. Wahrscheinlich bezieht sie sich, wie besonders Legallois (Nr. 419. I. p. 324 sq.) auseinandergesetzt hat, wenigstens zum Theil, auf die Mengung des Blutes. Da das Blut in jedem Organe, zu dessen Ernährung oder Secretion es dient, nach Maaßgabe von dessen eigenthümlicher

Natur eine eigene Umwandlung erfährt, so müssen im rechten Herzen verschiedene Blutarten zusammentreffen, und wir finden hier die mechanischen Verhältnisse, durch welche die Mengung zu einer homogenen Masse möglich wird, besonders stark entwickelt. Zuvörderst nämlich stoßen die einander gerade entgegengesetzten Strömungen der unteren und oberen Hohlvene auf einander, wenn auch die der letzteren zum Theil nur auf das Lowersche Tuberculum trifft; zweitens ist hier die Stauung des Blutes aus der Arterienkammer in den Venensack, und aus diesem in die Venenstämme stärker als im linken Herzen; und eben so sind endlich die Vorsprünge und Buchten ansehnlicher, also der Contact des Blutes mit den Wandungen ausgebreiteter und vielfältiger. Indessen sind diese Verhältnisse im linken Herzen, ungeachtet dasselbe sein Blut einzig von den Lungen empfängt, ebenfalls vorhanden, wenn auch in geringerem Grade: die Lungenvenen stoßen nicht in senkrechter, aber in wagerechter Richtung auf einander; und ein Rückfluß in dieselben, so wie eine Ungleichheit der inneren Fläche des Herzens durch hervorstehende Muskelbündel, ist zwar unbedeutender, fehlt aber doch nicht ganz. Legallois glaubt, die Mengung beziehe sich hier darauf, daß das Athmen nicht in allen Theilen der Lungen gleichförmig vor sich gehe, weil er bei künstlichem Athmen an getödteten Thieren sah, daß das Blut bisweilen an einzelnen Stellen der Lungen schwarz bleibt. Allein von dieser Beobachtung einen Schluß auf den normalen Lebenszustand zu machen, scheint sehr gewagt zu seyn, und man darf, wie mich dünkt, vermuthen, daß die Agitation der Blutkörner und des Blutwassers im Herzen die lebendige Einwirkung der Wandungen (§. 749—751) nur in höherem Grade darstellt.

§. 749. Das Blut erhält sich in seiner normalen Mischung und Consistenz nur, so lange es von lebendigen Adern eingeschlossen ist. Auf einen Augenblick kann es zwar durch todte Canäle fließen, ohne eine merkliche Veränderung zu erleiden, wie es denn bei der Transfusion z. B. von King durch drei in einander gesteckte Federkiele (Nr. 494. I. S. 170), von Rosa durch eine lederne Röhre (ebd. II. S. 141), und von Tietzel durch eine ausgeschnittene todte Arterie (Nr. 528. S. 27) aus dem einen Thiere

in das andere ohne Nachtheil übergeführt wurde. Blundell (Nr. 169. p. 99 sqq.) sah selbst, daß, wenn er Blut eines Hundes in einer Tasse auffing, es einige Secunden stehen ließ, dann in eine Spritze füllte und in die Adern wieder einspritzte, das Leben dabei bestand; so leitete er das Blut durch eine Röhre und eine Spritze, die zusammen anderthalb Fuß lang waren, aus einer Schenkelarterie in eine Schenkelvene, oder aus einer Halsvene in eine Carotis, und die Quantität des Blutes, welches er auf diesem Wege überführte, betrug selbst so viel als das Gewicht des ganzen Thieres, so daß also dasselbe Blut mehrmahls durch die leblosen Canäle gegangen war. Allein er bemerkte in allen diesen Versuchen (ebd. p. 104—115), daß die Thiere während der Operation, oder auch noch zwei bis drei Tage darauf, matt, der Herzschlag und das Athmen unregelmäßig oder schwach waren, und er schließt daraus mit Recht, daß das so übergeführte Blut im Begriffe war, sich zu zersetzen, und erst wieder assimilirt werden mußte, um das normale Lebensverhältniß erhalten zu können. Dasselbe wird wahrscheinlich auch der Fall gewesen seyn, wenn Dieffenbach (Nr. 229. XXX) geschütteltes, durch Leinwand geseihtes, erwärmtes, sogar zwei Stunden lang außerhalb des lebenden Körpers gehaltenes Blut zur Wiederbelebung von Thieren, die durch Verblutung scheintodt geworden waren, mit Erfolg angewendet hat. — Eine so veränderliche Substanz, dergleichen das Blut ist, kann nur durch ununterbrochenen Wechsel der Stoffe ein permanentes Daseyn erlangen und sich gleich bleiben. Nun gehen aus dem Blute bei der Nutrition und Secretion von ihm verschiedene feste Gebilde und eigenthümliche Flüssigkeiten hervor: es giebt also Stoffe ab und wird mithin zersetzt. Es läßt sich aber nicht denken, daß diese Wirkung bloß einseitig seyn, und daß das Blut bloß geben, nicht auch empfangen, bloß nach außen wirken, nicht selbst auch afficirt werden sollte: vielmehr dürfen wir, ehe dies noch durch Erfahrungen näher nachgewiesen wird, einen wechselseitigen Austausch der Stoffe zwischen dem Blute und dem übrigen Organismus voraussetzen, durch welchen beide in ihrer Integrität erhalten werden. Nur wenn diese Ansicht auf die Spitze gestellt, und behauptet wird, das Blut in seiner ganzen Masse werde in jedem Momente ver=

nichtet und neu geschaffen (§. 700, c), geräth man mit der Erfahrung in Widerspruch. Das Blut erhält sich durch fortdauernde Zersetzung und Wiederbildung nicht anders als wie der ganze thierische Körper, nämlich so, daß es von seinen integrirenden Bestandtheilen ununterbrochen etwas abgiebt und dagegen fremde Stoffe in sich aufnimmt und seiner Masse einverleibt.

§. 750. Die Wirkung des Lebens äußert sich am augenscheinlichsten dadurch, daß das Blut flüssig erhalten wird. Die Gerinnung desselben ist eine Zersetzung, bei welcher der Faserstoff aus dem Blutwasser (§. 689, l) sich ausscheidet und den Cruor mit sich zieht, so daß das Blut seine ursprüngliche, zur Erhaltung des Lebens nothwendige Beschaffenheit verliert und eine todte, der chemischen Zersetzung entgegengehende Masse wird. Die Gerinnung ist also nicht, wie Hunter (Nr. 492. I. S. 91) und nach ihm Magendie (Nr. 247. II. p. 207), so wie einige Andere annehmen, eine durch wechselseitige Anziehung getrennter Theile sich äußernde, der Ernährung oder der Wiedervereinigung verwundeter Theile ähnliche Lebensäußerung, vielmehr, wie schon Harvey es aussprach, ein Sterben des Blutes, welches eintritt, wenn der Lebenssaft aus dem Bereiche des Gesammtlebens tritt. Im Leben behauptet sich Alles in seiner Eigenthümlichkeit, und so erhält sich auch das Blut innerhalb des Organismus flüssig, im Gegensatze zu den festen Gebilden, und dadurch fähig, mit denselben eine lebendige Wechselwirkung einzugehen. Indeß genügt uns diese Anschauung nicht, vielmehr streben wir, sie unserem Verstande näher zu bringen, und die Mittel zu erkennen, wodurch das Blut flüssig erhalten wird. Nun haben wir (§. 670, b, c) gesehen, daß die Gerinnung weder durch die chemische Beschaffenheit, noch durch die Temperatur der atmosphärischen Luft bedingt wird; also wird das Blut nicht durch Einschließung, noch durch die thierische Wärme flüssig erhalten. a) Gleichwohl gerinnt auch im lebenden Körper das Blut, wenn es stockt, sey es nun, daß es, wie nach Quetschungen oder chirurgischen Operationen, in das Zellgewebe, oder in Höhlen, z. B. des Fruchthälters, ergossen, oder daß seine Bewegung durch Unterbindung einer Ader gehemmt ist, wie es z. B. schon Lancisi in unterbundenen Arterien (Nr. 95. II. p. 20) und

Hewson (Nr. 553. I. p. 20) in unterbundenen Venen fand; oder auch daß seine Bewegung nur geschwächt worden ist. So bilden sich in aneurysmatischen Arterien Schichten geronnenen Blutes, von welchen die früher gebildeten äußeren fester werden, während innen sich immer frische anlegen; ja es kann sogar die Arterie in einem solchen Falle durch das Gerinnsel gänzlich geschlossen, und somit die lebensgefährliche Folge dieser Abnormität, wie durch Kunsthülfe, verhütet werden, wie Meckel (Nr. 143. II. S. 251 fgg.) solche Beispiele anführt; Lauer fand auch in varikösen Venen fest geronnenes Blut (Nr. 582. XVIII. S. 301). Es kommen aber auch Gerinnungen in den Adern ohne alle mechanische Hindernisse des Blutlaufes vor, wie denn z. B. Laennec (Nr. 505. S. 526 fg.) einzelne Stellen von Venen oder Arterien durch Gerinnsel, die außen weiß und fest, innen gelblich und weich waren, geschlossen fand. Dahin gehören auch die Blutpfröpfe, die sich in durchschnittenen Arterien von der Wunde aus bis zum nächsten unverletzten Zweige bilden (§. 761, a). Ähnliche Gerinnsel, die man Polypen nennt, entstehen im Herzen häufig, wenn dasselbe bei einem langen Todeskampfe allmählig ermattet, und das Blut nur schwach oder fluctuirend in ihm bewegt wird. Aber sie können sich auch während des Lebens bilden, wo sie denn eine größere Festigkeit erlangen, mehr faserig werden, bisweilen ein Klümpchen unveränderten Blutes einschließen, mit dem Herzen sich verbinden und dessen Muskelbündel flach drücken, wobei nach Laennec (ebd. 478 fg.) die Herzschläge sich nur als ein dumpfes, ununterscheidbares Geräusch vernehmen lassen. Diese Gerinnungen kommen am häufigsten im rechten Herzen vor, weil die Erschwerung des Blutlaufes in den Haargefäßen der Lungen zunächst auf dasselbe zurückwirkt; und so gerinnt das Blut überall nur, wo sein Lauf erschwert und verlangsamt ist. Da gleichwohl die Bewegung an sich die Gerinnung nicht hindert (§. 670, d), so muß es die lebendige, durch Einwirkung des Herzens und Wechselwirkung der übrigen Organe begründete Bewegung seyn, welche das Blut flüssig erhält. b) Allein es behauptet oftmahls auch ohne dieselbe seine Flüssigkeit, so lange es mit lebendigen Theilen in Berührung steht, wie denn das Blut, welches ein Blutegel eingesogen hat, nach Hunter (Nr.

492. I. S. 89) mehrere Wochen lang flüssig bleibt und, wenn man ihn dann tödtet, nach Scudamore (Nr. 521. S. 107) noch gerinnt, während dies nach Thackrah (Nr. 499. p. 66) auf der Stelle erfolgt, wenn er während des Saugens stirbt. Häufig stockt das Blut eine Zeit lang in einzelnen Adern, ohne zu gerinnen; selbst längere Zeit erhält es sich so in einzelnen Theilen, wie beim Priapismus, oder im ganzen Gefäßsysteme bei ganz matter, kaum bemerklicher Bewegung, wie im Scheintode und Winterschlafe. Selbst ergossenes Blut widersteht der Gerinnung im lebenden Körper: so fand Hunter (Nr. 492. I. S. 90) welches, das beim Abzapfen eines Wasserbruches in die Höhle der Scheidenhaut des Hoden getreten war, nach zwei Monaten ein wenig verdickt, aber noch flüssig, und nach der Ausleerung bald gerinnend. Hewson (Nr. 553. I. p. 18) fand das Blut von Hunden, welches außerhalb des Körpers nach sieben Minuten völlig geronnen war, in der unterbundenen Halsvene nach zehn Minuten noch ganz, und nach zehn Stunden noch größtentheils flüssig. Ähnliche Beobachtungen machten Scudamore (Nr. 521. S. 45) und Thackrah (Nr. 499. p. 61). In den obigen (a) Fällen war also nicht der Mangel an Bewegung, sondern der ihn begleitende Mangel an lebendiger Einwirkung die Ursache des Gerinnens. Noch im todten Körper bleibt das Blut längere Zeit flüssig als außerhalb desselben: schon Autenrieth bemerkte dies und setzte hinzu, daß der Kuchen dabei nicht so fest werde, und ein Theil des Cruors dem Serum sich beimische (Nr. 198. 1794. III. S. 338). Thackrah (ebd. p. 58) fand das Blut im Herzen eines Ochsen eine halbe Stunde nach dem Tode noch flüssig, und sah es an der Luft nach zwei Minuten gerinnen. Selbst ausgeschnittene Adern zeigen noch eine lebendige Einwirkung, welche Hewson (a. a. O. p. 72 sq.) zuerst bemerkte, indem er das Blut in der unterbundenen und ausgeschnittenen Halsvene eines eben getödteten Thieres nach $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Stunde noch flüssig und dann an der Luft gerinnen sah. Thackrah (a. a. O. p. 76) fand in mehreren Versuchen, daß das Blut in einer aus einem lebenden Thiere ausgeschnittenen Vene wenigstens eine halbe Stunde lang flüssig blieb, während Blut von lebenden Thieren oder Menschen in der Vene eines vor

drei oder vier Tagen getödteten Thieres nach einer Viertelstunde vollkommen geronnen war; so war auch (ebd. p. 77 sq.) das Blut in der aus einem lebenden Hunde geschnittenen Vene nach einer halben Stunde noch ganz flüssig, aber in der funfzehn Stunden nach dem Tode ausgeschnittenen Hohlvene war das aus einem lebenden Hunde eingeführte Blut nach einer Viertelstunde schon vollkommen geronnen. Wenn alle diese Beobachtungen darthun, daß das Blut durch die Lebendigkeit seiner Umgebungen flüssig erhalten wird, so ist es auch erklärlich, daß, wie z. B. Hunter (Nr. 492. II. 1ste Abth. S. 169) und Thomson (Nr. 185. I. S. 448) beobachteten, die Adern eines brandig gewordenen Gliedes mit geronnenem Blute gefüllt sind, und die Behauptung einiger Pathologen, daß hier der Brand die Folge der Gerinnung sey, ist wenigstens nicht für jeden dieser Fälle gültig. c) Man sagt, das Blut werde durch die Nerven flüssig erhalten: allein diese Erklärung scheint den Gegenstand nur in ein mystisches Dunkel zu versetzen, denn wir begreifen nicht, auf welche Weise die Nerven dies bewirken sollen. Schröder (Nr. 502. p. 86—89) fand nach Zerstörung des Gehirnes und Rückenmarkes Gerinnsel in den Adern; wenn Fontana (Nr. 456. S. 196 fg.) die Nerven verwundet und gestochen hatte, so fand er schwarzes geronnenes Blut im Herzen; Mayer sah nach Durchschneidung des Lungenmagennerven Gerinnungen entstehen, und so nimmt Wedemeyer (Nr. 529. S. 244. 343) an, das Blut gerinne bei dem Brande und bei manchen Vergiftungen nur durch Lähmung der Nerven. Aber aus jenen Beobachtungen folgt nur, daß die Lebendigkeit, welche das Blut flüssig erhält, durch Verletzung des Nervensystemes aufgehoben werden kann, nicht daß letzteres unmittelbar die Flüssigkeit des Blutes begründet. Nach Zerstörung von Gehirn und Rückenmark dauert der Kreislauf noch eine Zeit lang fort, und eben so läßt er sich durch künstliches Athmen unterhalten, nachdem man durch einen Schlag auf den Kopf Betäubung und Lähmung des sensiblen Lebens bewirkt hat In den weiten und vielfältig anastomosirenden Venen der Diploe ist der Blutlauf höchst träge und wahrscheinlich oft unterbrochen, und ungeachtet hier keine Nerven an den Wandungen sich finden, erfolgt doch keine Gerinnung. Die

Nabelschnur mit dem Fruchtkuchen ist eben so lang oder noch länger als der Körper des Embryo, und doch bleibt auf dieser langen, nervenlosen Bahn das Blut flüssig, wie denn auch die Gefäße des Nabelstranges nach Thackrah (a. a. O. p. 66) gleich anderen lebendigen Adern das in ihnen befindliche Blut flüssig erhielten. Wir dürfen also vermuthen, daß in denjenigen Theilen, welche Nerven besitzen, diese die Flüssigkeit des Blutes nur insofern erhalten, als sie auf die lebendige Thätigkeit der Organe einwirken. d) In den oben (§. 749) angeführten Versuchen, wo in der Gerinnung begriffenes Blut in die Adern eines lebenden Thieres eingespritzt worden war, mußte der Faserstoff, der cohärent zu werden angefangen hatte, allmählig wieder verflüssigt werden. Home (Nr. 165. V. p. 105) bewirkte durch Einstechen mit einer glühend heißen Nadel in ein Aneurysma eine augenblickliche Gerinnung des darin befindlichen Blutes, so daß die Geschwulst fest wurde, nicht mehr pulsirte, noch schmerzte: allein nach einigen Tagen war das Aneurysma wieder wie zuvor, also das geronnene Blut verflüssigt. Das Blutwasser kann diese Verflüssigung nicht auf chemische Weise bewerkstelligen, denn theils sehen wir den Blutkuchen darin fest bleiben, theils wird auch das in einer Stelle des lebenden Körpers, zu welcher kein Blutstrom gelangt, eingeschlossene Gerinnsel wieder flüssig, was den Zutritt einer Flüssigkeit aus den Umgebungen voraussetzt. Das in einer durchschnittenen oder unterbundenen Arterie eingeschlossene oder in das Zellgewebe extravasirte Gerinnsel verschwindet nach einigen Tagen, indem es verflüssigt und dann eingesogen wird. An jedem Blutgerinnsel in Aneurysmen, wie auch an vielen Herzpolypen findet man die äußeren, der Wandung näheren Schichten fester, trockener und bleicher als die inneren: die Umgebungen müssen also Feuchtigkeit und Cruor eingesogen haben. Zuweilen bildet sich aber auch um das Gerinnsel her ein Balg, der seröse Feuchtigkeit secernirt, oder es organisirt sich, bekommt Blutströme und Gefäße, die sich mit denen der Wandung in Verbindung setzen, secernirt, ernährt sich und lebt gleich einem anderen organischen Gebilde (Nr. 143. II. 2te Abth. S. 103. — Nr. 571. I. p. 532). In allen diesen Erscheinungen ist ein Wechsel der Stoffe augenscheinlich, und es ist nicht zu bezweifeln, daß der-

selbe während des Lebens ununterbrochen vor sich geht, daß also das Blut stetig etwas von seinen Stoffen, namentlich vom Faserstoffe, an die umgebenden Theile absetzt und von ihnen wiederum empfängt, dadurch aber in seiner normalen Flüssigkeit erhalten wird. Freilich ist dieser Stoffwechsel nicht unmittelbarer Gegenstand sinnlicher Erkenntniß: aber dasselbe ist der Fall bei der Ernährung der festen Gebilde, die ebenfalls nur aus der Behauptung der Massenverhältnisse gefolgert wird und doch darum nicht minder gewiß ist. e) Unstreitig erhalten sich auch die Blutkörner durch solchen Wechsel, ungeachtet wir nichts davon wahrnehmen, vielmehr sie in ihrem Laufe verfolgen können, ohne eine Änderung an ihnen zu bemerken. Man hat angenommen, das Blut bleibe flüssig, weil der Faserstoff in den Blutkörnern eingeschlossen und durch die aus Cruor bestehende Hülse derselben isolirt sey: allein die oben (§. 689) angeführten Gründe sprechen gegen diese Behauptung. Eine eigenthümliche, selbsterhaltende Kraft können wir den Blutkörnern ebenfalls nicht beilegen, denn außer ihrer begränzten Form zeigen sie keine Spur von Individualität, vielmehr erscheinen sie beim Aufgeben und Wiedererlangen ihrer Form (§. 688, b. 689, e) nur passiv und durch die Verhältnisse der auf sie wirkenden Bewegungskräfte bestimmt. Ihr Zusammenschmelzen ist von der Gerinnung ganz verschieden; denn es wird bei eintretender Bewegung augenblicklich wieder aufgehoben, während es eines mehrere Tage dauernden Bildungsherganges bedarf, um den geronnenen Faserstoff wieder zu verflüssigen. Jene Veränderungen hängen lediglich von den Verhältnissen der bewegenden Kräfte ab; nun haben wir gesehen, daß die Blutkörner einander adhäsiv verwandt sind (§. 739, a), aber eine noch stärkere Verwandtschaft äußern sie zu den größeren Massen der festen Gebilde (§. 758 fgg.): mithin dürfen wir annehmen, daß die Anziehung der Wandungen, so wie der außerhalb derselben liegenden Organe während des Kreislaufes auf die Blutkörner in ihrer Einzelnheit wirkt und sie discret erhält; daß hingegen im stockenden Blute, wo diese anziehende Kraft unwirksam geworden ist, die Körner ihre gegenseitige Anziehungskraft äußern können und darum mit einander verschmelzen. — Meyen will gesehen haben, daß sie bei stockendem Blutlaufe sich im Blut-

wasser auflösten, dasselbe trübten und bei neu beginnendem Blutlaufe wieder hervortraten (Nr. 189. 1828. S. 402): indeß beruht diese Beobachtung wohl auf einem Irrthume, da niemahls Ähnliches gesehen worden ist, vielmehr die frischen Blutkörner im Blutwasser unauflöslich sind.

§. 751. Das Blut in den Lungenvenen und im Aortensysteme hat eine helle, dem Scharlache nahe kommende Röthe; das in dem Hohlvenensysteme und in der Lungenarterie hingegen ist dunkelroth oder kirschbraun, wird auch wohl im Gegensatze gegen jenes als schwarzes Blut bezeichnet. Man nennt jenes arteriös, dieses venös (vgl. §. 743*). Es ist schon an und für sich wahrscheinlich, daß diese beiden Blutströme nicht nur in der Farbe, sondern auch in anderen Eigenschaften verschieden sind: aber diese Differenz ist sehr zart und bei der hohen Veränderlichkeit des Blutes um so schwerer zu erkennen, so daß unsere Kenntniß derselben beinahe noch eben so schwankend scheinen könnte wie zu Hallers (Nr. 95. II. p. 10) Zeiten. a) Das venöse Blut ist dichter oder specifisch schwerer als das arteriöse: die Proportion ist nach Hammerschmidt 1414 : 1404 (ebd. p. 9), nach J. Davys Untersuchungen an Schafen, Ochsen, Kälbern und Hunden im Durchschnitte 1054 : 1050 (Nr. 185. S. 129), nach Scudamore (Nr. 521. S. 32) bei Menschen 1056 : 1053. Indeß behaupteten Mehrere, es sey leichter, wie denn die Proportion seiner specifischen Schwere zu der des arteriösen Blutes von Boissier auf 1000 : 1428, von Hamberger auf 1000 : 1019 bis 1036, und von Magendie auf 1031 : 1049 bestimmt wurde. — Nach J. Davy verhält sich das Serum von venösem Blute zu dem von arteriösem in Hinsicht auf specifische Schwere im Durchschnitte wie 1026 : 1025. b) Das venöse Blut ist weniger warm, und zwar nach Schwenke um 3 bis 4° Fahr. (Nr. 95. II. p. 8), nach J. Davy (a. a. O. S. 109 fgg.), welcher die Thermometer in die Halsvene und in die Carotis verschiedener Thiere tauchte, um 1 bis 2° Fahr., bei Menschen nach Krimer (Nr. 511. S. 242) um 1½ bis 3, und nach Scudamore (Nr. 521. S. 32. 41) um 1° Fahr. Man hat gemeint, dieser Unterschied beruhe darauf, daß das Blut in den Venen vermöge ihrer mehr oberflächlichen Lage und dünne-

ren Wandung von außen her mehr abgekühlt werde; allein J. Davy fand ihn eben so in der rechten und linken Herzkammer. Jurine nahm gar keinen Unterschied an, und Coleman, Cooper und Martini behaupteten, wenn einer Statt finde, so sey das venöse Blut etwas wärmer. — Was die Wärmecapacität anlangt, so ist sie nach J. Davy (a. a. O.) im venösen Blute etwas geringer, der Unterschied jedoch höchst unbedeutend oder gar nicht zu bemerken. c) In Hinsicht auf Elektricität verhält sich das venöse Blut zum arteriösen nach Bellingeri (Nr. 523. p. 15—18) bei Vögeln und Pferden immer gleich, bei Schafen und Kälbern bisweilen eben so, bisweilen — : +, nie aber + : —, weshalb es wahrscheinlich seyn soll, daß — : + das bleibende, nur nicht immer erkennbare Verhältniß sey. d) Das venöse Blut soll nach Thackrah (Nr. 499. p. 6) früher, nach Krimer (Nr. 511. S. 208) und König (Nr. 514. p. 8) später faulen als das arteriöse. e) Das venöse Blut hat weniger Neigung, sich zu trennen, gerinnt langsamer, sein Kuchen scheidet später Serum aus und bleibt länger weich, wie dies bereits v. Autenrieth bemerkte (Nr. 198. 1794. III. S. 339); der Unterschied betrug bei Lämmern nach J. Davy (a. a. O. S. 122) 1 bis 4, bei Kälbern und Ziegen nach Berthold (Nr. 590. S. 248) $\frac{1}{2}$, bei Hammeln und Hunden $1\frac{1}{2}$, bei Menschen nach Blundell (Nr. 169. p. 130) 2 Minuten. Nur Thackrah (a. a. O. p. 42) behauptet, das entgegengesetzte Verhältniß beobachtet zu haben. f) Das venöse Blut giebt beim Gerinnen nach Mayer (Nr. 185. III. S. 537), Blainville (Nr. 566. I. p. 219. 251), Denis (Nr. 532. p. 253) und Anderen weniger Kuchen und mehr Serum; das Verhältniß des Kuchens zum Serum war bei einer Katze im venösen Blute 1163 : 8837, im arteriösen 1184 : 8816; bei einem Schafe in ersterem 861 : 9131, in letzterem 935 : 9065; bei einem Hunde nach Denis in ersterem 970 : 930, in letzterem 995 : 9005. Nur Krimer (a. a. O. S. 248) behauptet, wie früher schon Hamberger, das Gegentheil. g) Das venöse Blut enthält weniger Faserstoff: das Verhältniß des venösen zum arteriösen Blute in Hinsicht auf Gehalt an Faserstoff war nach Mayer (a. a. O. S. 534) bei Pferden wie 78 : 134, oder

wie 80 : 125, oder wie 33 : 43; nach Prevost und Dumas bei einem Schafe wie 861 : 935; nach Denis (a. a. O.) bei einem Hunde wie 24 : 25; nach Berthold (Nr. 590. S. 251) bei Ziegen wie 366 : 429, bei Katzen wie 474 : 521, bei Hammeln wie 475 : 566, bei Hunden wie 500 : 666. Übrigens ist der venöse Faserstoff nach Emmert (Nr. 184. XI. S. 124) weicher, und nach Mayer (a. a. O. S. 538) viel feiner zertheilt, wie zerhackt und mit dem Cruor inniger verbunden, während der arteriöse in größere Bündel vereint ist und vom Cruor sich vollkommener abscheiden läßt: nach Berthold (a. a. O. S. 248) läßt sich der Cruor vom Faserstoffe des venösen Blutes leichter, aber nicht so vollständig trennen. — Sigwart hatte behauptet, das venöse Blut enthalte mehr Faserstoff, da es denselben aus den Muskeln, wo er erzeugt werde, aufnehme. Lassaigne fand wirklich bei einem Hunde in 1000 Theilen venösen Blutes 2,10, und in eben so viel arteriösem Blute 2,09 Faserstoff (Nr. 576. I. p. 34). h) Das venöse Blut enthält nach Prevost und Dumas, Wedemeyer (Nr. 529. S. 246), Denis (a. a. O. p. 266) und Pallas (Nr. 576. IV. p. 465 sqq.) weniger Blutkörner oder Cruor; Mayer (a. a. O. S. 334) behauptete das Gegentheil. i) Es enthält ferner nach Denis (a. a. O. p. 253) und Blainville (Nr. 566. I. p. 251) mehr Eiweißstoff (5,86 : 5,70) und Osmazom mit Salzen (1,20 : 1,10). Indessen ist auch hier das umgekehrte Verhältniß behauptet worden, indem man die Proportion von Eiweißstoff und Salzen im venösen zu dem im arteriösen Blute bei einer Katze 879 : 909, bei einer anderen 745 : 878, bei einem Schafe aber 775 : 772 fand. Lassaigne (a. a. O.) fand bei einem Hunde im getrockneten Serum des venösen Blutes mehr Salz (12,5 : 11,5) und weniger Eiweißstoff (87,5 : 88,5). k) Das venöse Blut enthält mehr Wasser und weniger feste Theile nach Autenrieth (Nr. 97. I. S. 316), Denis (a. a. O. p. 285) und Pallas. Nach Letzterem war das Verhältniß der festen Theile zum Wasser bei einem Menschen im venösen Blute 2,550 : 17,400, im arteriösen durch Schröpfen ausgezogenen 3,000 : 17,400, und in dem durch Blutegel ausgesogenen 3,100 : 17,350; bei einem anderen Menschen war das Verhältniß im

venösen 2,550 : 18,800, und im arteriösen der Haargefäße 2,650 : 18,100; nach einem anderen Beobachter war die Proportion bei einem Schafe im venösen Blute 16,36 : 83,04, im arteriösen 17,07 : 82,93, bei einer Katze im venösen 17,41 : 82,59, im arteriösen 17,65 : 82,35, und bei einer anderen im venösen 19,08 : 80,92, und im arteriösen 19,62 : 79,38; auch war die Proportion im Serum des venösen Blutes 9,60 : 90,40, in dem des arteriösen aber 10,00 : 90,00. — Dagegen erhielt Abilgaard beim Austrocknen vom venösen Blute 26, vom arteriösen 25, oder auch von ersterem 23, von letzterem 18 Hunderttheile Rückstand; auch fand Lassaigne im Serum des venösen Blutes 84,3, in dem des arteriösen Blutes 89,8 Hunderttheile Wasser; endlich ist auch J. Davy geneigt, im venösen Blute einen geringeren Wassergehalt anzunehmen. Nach Chevreul enthält der Faserstoff des venösen Blutes weniger Wasser und hält es fester oder läßt es weniger leicht fahren: 100 Theile desselben trockneten nämlich an der Luft auf 25,70 und unter der Luftpumpe auf 21,05 ein, indeß der des arteriösen an der Luft auf 21,10 und unter der Luftpumpe auf 19,55 eintrocknete. 1) Die Proportion der Elementarstoffe war nach Michaelis (Nr. 208. 1828. III. S. 94):

	Kohlenstoff	Stickstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
in venösem Eiweißstoffe	52,652	15,505	7,359	24,484
= arteriösem =	53,009	15,562	6,993	24,436
= venösem Cruor	53,231	17,392	7,711	21,666
= arteriösem =	51,382	17,253	8,354	23,011
= venösem Faserstoffe	50,440	17,267	8,228	24,065
= arteriösem =	51,374	17,587	7,254	23,785

Hiernach enthält das venöse Blut im Ganzen genommen mehr Kohlenstoff und Wasserstoff, aber weniger Sauerstoff und Stickstoff. Sein größerer Gehalt an Kohlensäure wurde von Mehreren, unter Anderen von Luzuriaga und H. Davy, anerkannt, aber von Brande geleugnet (Nr. 165. III. p. 8), und Abilgaard behauptete, es enthalte weniger Kohlenstoff als das arteriöse Blut. Auch seinen schwächeren Gehalt an Sauerstoff nahmen die meisten

Chemiker, z. B. H. Davy, an; und auf seinen geringeren Antheil von Stickstoff deutet die Bemerkung von Krimer (a. a. O. S. 250) hin, daß es weniger Ammonium giebt als arteriöses.

§. 752. A) Die Wirklichkeit einer Differenz zwischen arteriösem und venösem Blute wurde a) von Harvey und den ersten Vertheidigern des Kreislaufes geleugnet, weil sie eine solche Umwandlung bei der schnellen Strömung aus den Enden der Arterien in die Anfänge der Venen unbegreiflich fanden, und so erklärte man denn den Farbenunterschied aus der durch mechanische Verhältnisse veränderten Dichtigkeit. Im achtzehnten Jahrhunderte wurde die Differenz hin und wieder, z. B. von Carminati, ebenfalls nur auf die Färbung bezogen, und in Betreff der Wärme, der specifischen Schwere und der Gerinnbarkeit geleugnet (Nr. 579. I. p. 266). Zu den merkwürdigen Erscheinungen unseres Jahrhunderts gehört es aber, daß J. Davy neuerdings behauptet, es sey nur ein Farbenunterschied vorhanden, und dieser nur zufällig. Nämlich das Blut fließe aus einer Arterie schneller aus und erscheine heller, weil sein Cruor mehr vertheilt bleibe, ihm theils Chylus beigemengt sey, theils dem ausströmenden dünneren Blutstrahle Luft sich beimenge, und es dadurch verdünnt werde; aus der Vene fließe es dagegen langsamer, und deshalb könne sich der Cruor vermöge seiner specifischen Schwere herabsenken, so daß durch das dichtere Zusammentreten der färbenden Theile die Farbe dunkler werde, wozu auch das durch die Aderlaßbinde bewirkte Stocken des Blutes in der Vene beitrage (Nr. 423. XXVI. p. 394 sqq.). b) Dagegen erschien Anderen (§. 700, c) die Differenz des venösen vom arteriösen Blute so groß, daß sie die Identität beider Blutströme und den Übergang des Blutes aus dem Aortensysteme in das Hohlvenensystem leugneten; wenn sie dagegen den Übertritt aus den Lungenarterien in die Lungenvenen, also die Umwandlung des venösen Blutes in arteriöses zugaben, so waren sie weniger consequent als diejenigen, welche die Differenz leugneten und eben so wenig in den Lungen als im übrigen Körper eine Umwandlung annahmen. c) Die Mitte zwischen extremen Meinungen ist freilich weniger pikant, aber sie enthält so offenbar die Wahrheit, daß wir nicht anstehen können, uns für sie zu erklären, und sowohl die Differenz als auch

die Identiät beider Ströme, mit einem Worte also eine Metamorphose des Blutes anzuerkennen. Wie gewiß überall der Übergang der Arterien in die Venen ist (§. 701), eben so gewiß ist es, daß das Blut während seines Umlaufes Veränderungen erfährt und verschiedene Eigenschaften annimmt, wovon die Möglichkeit schon aus den Erscheinungen an dem aus der Ader strömenden (§. 747), so wie an dem abgelassenen Blute (§. 666—669), welche die hohe Veränderlichkeit desselben beweisen, erhellt. B) Wir fragen zunächst, wodurch die Metamorphose des arteriösen Blutes oder seine Umwandlung in venöses bestimmt wird? d) Nachdem die antiphlogistische Chemie gelehrt hatte, daß das Blut bei seinem Übergange aus der venösen in die arteriöse Natur Sauerstoff aus der Atmosphäre aufnehme, glaubte man, es werde durch bloße Fortsetzung des chemischen Processes ohne Weiteres wieder venös. So nahm Lagrange an, dies geschehe dadurch, daß der in den Lungenvenen nur locker mit dem Blute verbundene Sauerstoff während des weiteren Umlaufes allmählig eine innigere Verbindung mit dem Blute, namentlich mit dessen Kohlenstoffe und Wasserstoffe, eingehe, und stützte sich hierbei darauf, daß arteriöses Blut in hermetisch verschlossenen Glasröhren nach einiger Zeit von selbst dunkler wird, und eben so venöses Blut, welches durch Sauerstoffgas hell geröthet worden war, nach und nach seine dunklere Farbe wieder annimmt. Indessen ist gegen diese Gründe einzuwenden, daß arteriöses Blut außerhalb des lebenden Körpers erst spät und nur durch beginnende Fäulniß dunkel wird, und sein Kuchen bis dahin nicht bloß an der mit der Luft in Berührung stehenden Oberfläche, sondern in seiner ganzen Masse hellroth bleibt; daß ferner selbst die durch Luft bewirkte helle Röthung des venösen Blutes ziemlich dauerhaft ist und an der zuerst nach oben gelegenen, dann nach unten gekehrten Fläche des Kuchens einige Tage lang sich erhält. Was aber die daraus gezogene Folgerung betrifft, so wird diese dadurch widerlegt, daß das Blut erst beim Durchgange durch die Haargefäße venös wird. Bei Vivisectionen geben die durchschnittenen dünnsten Zweige des Aortensystemes hellrothes, des Hohlvenensystemes dunkelrothes Blut, und wo die Adern durchsichtig genug sind, bemerkt man auch den Farbenunterschied an dem in ihnen

fließenden Blute. Kaltenbrunner will bemerkt haben, daß die Blutkörner in den feinsten Haargefäßen, indem sie eine dunklere Färbung bekommen, zugleich etwas anschwellen, weniger genau umschrieben werden, an den Rändern etwas zerfließen und nun nicht mehr an einander kleben (Nr. 196. XVI. S. 308); auch Krimer (Nr. 562. S. 228) gab schon an, daß die Blutkörner im venösen Blute größer seyen. Endlich fand Pallas, daß das Blut, welches er durch Schröpfen oder Blutegel aus den Haargefäßen zog, sich noch arteriös verhielt und vom venösen Blute verschieden war (Nr. 576. IV. p. 465 sqq), unstreitig weil es unter diesen Umständen hervorgetrieben wurde, ehe es lange genug in jenen Gefäßen verweilt hatte, um die Umwandlung erfahren zu können. — e) Wenn nun das Blut in den Haargefäßen sein Ziel und den Wendepunct seines Umlaufes findet, weil es hier mit dem, was außerhalb der Gefäße liegt, in Wechselwirkung tritt (§. 746, e); wenn es ferner in den Haargefäßen der Lungen mit der Atmosphäre in Gemeinschaft kommt und dadurch nur aus der venösen Form in die arteriöse übergeht, so unterliegt es keinem Zweifel, daß die Metamorphose des arteriösen in venöses Blut durch den Verkehr mit der organischen Substanz, in welcher sich die letzten Verzweigungen des Aortensystemes verbreiten, bewirkt wird. Den Beweis dafür finden wir in der Erfahrung, daß arteriöses Blut, wo es in Berührung mit organischer Substanz eine Zeit lang stockt, den venösen Charakter annimmt. Wenn Hunter (Nr. 492. I. S. 151 fg.) in die Schenkelarterie eines Hundes stach und die Wunde verschloß, so fand er, wenn er sie nach einiger Zeit öffnete, das in das Zellgewebe ergossene Blut schwarz; hatte er die Carotis eines Hundes doppelt unterbunden, so war das Blut darin nach einigen Stunden schwarz gefärbt. Hat bei einer chirurgischen Operation das Tourniquet eine Zeit lang eine starke Arterie zusammengedrückt, so ist das Blut, welches nach Entfernung des Druckes wieder herauskommt, bisweilen venös; eben so verhält es sich in Aneurysmen, wo es stockt. Wenn ausgetretenes Blut aus den Lungengefäßen in den Bronchien, oder aus inneren Hämorrhoidalknoten im Mastdarme eine Zeit lang verweilt hat, so ist es dunkler, als wenn es unmittelbar nach seiner Er-

gießung nach außen gestoßen wird. Lauer bemerkt, daß in Krankheiten, bei welchen die Organe, namentlich Leber und Milz, sehr schlaff und welk sind, deshalb der Kreislauf träge, hierdurch aber das Blut mehr schwarz und flüssig ist (Nr. 582. XVIII. S. 272). Österreicher (Nr. 524. S. 129) und Wedemeyer (Nr. 529. S. 243) sahen auch die einzelnen Blutkörner stärker gelb sich färben, wenn sie in Folge einer mechanischen oder galvanischen Reizung in Stockung gekommen waren. Bei großen Thieren scheint das venöse Blut dunkler und vom arteriösen mehr verschieden zu seyn als bei kleinen, und hieran könnte wohl der Umstand Antheil haben, daß bei großen Thieren theils der Herzschlag weniger frequent, theils die Blutbahn länger ist, also das Blut längere Zeit mit der organischen Substanz in Berührung bleibt. f) Daß aber die organische Substanz die Metamorphose des Blutes durch ihre lebendige Einwirkung hervorbringt, ergiebt sich theils daraus, daß bei bedeutenden Veränderungen der Lebensthätigkeit auch diese Metamorphose leidet (§. 756), theils daraus, daß bei einem getödteten Thiere, an welchem man ein künstliches Athmen veranstaltet, troß des dadurch im Gange erhaltenen Kreislaufes das arteriöse Blut nicht venös wird, worauf zuerst Legallois aufmerksam gemacht hat. Die Lebensthätigkeit kann aber nicht direct und an sich, sondern nur insofern sie gewisse materielle Verhältnisse herbeiführt, eine materielle Veränderung im Blute bewirken. C) Worin besteht nun diese Metamorphose? Daß sie mechanischer Natur seyn und nach J. Davy in einem dichteren Zusammentreten des Cruors bestehen sollte, wird widerlegt durch die Umstände, unter welchen sie erfolgt (d—f), durch ihre Folgen für das Leben (§. 743, B), ja schon durch die Farbe selbst, welche sie bewirkt, denn diese ist nicht bloß dem Grade, sondern der Art nach verschieden, und wie das Kirschroth durch Verdünnung nicht scharlachroth wird, eben so wenig wird letzteres durch größere Sättigung in ersteres verwandelt. Die Untersuchung hat chemische Verschiedenheiten erblicken lassen (§. 751, I), und die Bildung des venösen Blutes muß auf einem Wechsel der Stoffe zwischen dem arteriösen Blute und der außer ihm liegenden organischen Substanz beruhen. Dieser Stoffwechsel erfolgt aber momentan und ist ein unendlich kleiner

Bruchtheil des chemischen Herganges, durch welchen das Leben sich behauptet. Da er ferner durch die Lebensthätigkeit bestimmt wird, so ist er, je nachdem diese sich ändert, einer bedeutenden Veränderung unterworfen. Diese beiden Umstände erklären uns die Widersprüche der Beobachter in Betreff der Qualität des venösen Blutes (§. 751). Zur richtigen Auffassung der Differenz gehört große Genauigkeit der Untersuchung, und das Urtheil, ob eine gefundene Differenz allgemein und normal, oder nur die Wirkung eines zufälligen und vorübergehenden Lebenszustandes ist, kann nicht auf einzelne Beobachtungen, sondern auf ganze Reihen derselben begründet werden. Denis hat bis jetzt die meisten chemischen Untersuchungen über das menschliche Blut angestellt und bestätigt die obige Behauptung: er fand im venösen Blute mehr Wasser (Nr. 532. p. 285), aber bisweilen auch weniger als im arteriösen Blute (ebd. p. 265); mehr Eiweißstoff, in einem Falle aber auch gleich viel (ebd. p. 266); weniger Cruor, bisweilen aber auch gleich viel (ebd.). Der Forschung solcher Chemiker, welche eine richtige Anschauung des Lebens haben, bleibt noch Viel überlassen. Aus den jetzt vorliegenden Thatsachen scheinen sich folgende Resultate zu ergeben. g) Durch den Verkehr mit der organischen Substanz wird die innere Spannung und chemische Regsamkeit des Blutes geschwächt, die Stoffe in ihm werden mehr gebunden; es verliert an Expansion, wird schwerer, weniger riechend und weniger warm; so vermindert sich auch seine Zersetzbarkeit; und seine Neigung zum Gerinnen, so wie zur Fäulniß wird schwächer. Das venöse Blut ist einer chemischen Potenz zu vergleichen, welche ihre Wirksamkeit erschöpft hat und neutralisirt worden ist. h) Es hat der organischen Substanz von seinen eigenthümlichen Stoffen abgegeben, und die Quantität seiner gemeinartigen Bestandtheile ist vermehrt. Der Cruor, der dem Blute ausschließlich eigen ist, hat am meisten (nach Denis um 0,10 bis 0,25) verloren, so daß die Zahl der Blutkörner sichtbar vermindert, also ein Theil von ihnen aufgelöst in die organische Substanz übergegangen ist. Weniger ist vom Faserstoffe verschwunden. Die gemeinartigen Stoffe, die überall vorkommen, Wasser, Salze und Eiweißstoff, haben sich vermehrt, und zwar, wie es scheint, nicht bloß relativ durch den Verlust an Cruor

und Faserstoff, sondern auch absolut durch Aufnahme aus den festen Gebilden, welche, wenn sie zur gemeinartigen flüssigen Form depotenzirt werden, eben als eine salzige Auflösung von Eiweißstoff erscheinen. i) Nach demselben Maaßstabe hat sich die Qualität der Blutstoffe und (nach Michaelis) das Verhältniß ihrer Elemente geändert. Der Cruor hat seine Farbe, als den Totalausdruck seines Mischungsverhältnisses (§. 687, c) gewechselt, an Sauerstoff und Wasserstoff 0,01988 verloren und dafür eben so viel an Kohlenstoff und Stickstoff gewonnen. Am Faserstoffe hat sich nur die Cohäsion verändert; er hat 0,01254 an Kohlenstoff und Stickstoff verloren und dafür gleich viel an Wasserstoff und Sauerstoff gewonnen. Die Qualität des Eiweißstoffes hat keine merkliche Veränderung erfahren; sein Verlust an Kohlenstoff und Stickstoff, so wie sein Gewinn an Wasserstoff und Sauerstoff beträgt nur 0,00414. Am bedeutendsten ist die Zunahme des Kohlenstoffes (um 0,01849) und die Abnahme des Sauerstoffes (um 0,01345) im Cruor. Der Faserstoff verliert mehr an Stickstoff und Kohlenstoff als der Eiweißstoff, aber verhältnißmäßig an ersterem weit mehr (0,00320 : 0,00057) als an letzterem (0,00934 : 0,00357).

§. 753. Nachdem wir die fortdauernden und das Leben stets begleitenden Einwirkungen des Organismus auf das Blut (§. 750—752) betrachtet haben, blicken wir auf diejenige Wirksamkeit, welche er unter besonderen Umständen darauf ausübt. — Wie es nicht leicht irgend eine bedeutende Störung der Gesundheit giebt, welche nicht auch eine Veränderung des Herzschlages zur Folge hätte, so ändert sich auch das Blut in vielen krankhaften Zuständen, welche bloß durch dynamische Verhältnisse, durch gesteigerte oder geschwächte Vollziehung der Functionen, und durch Einwirkung von Reizen, die vermöge ihrer Natur die organische Mischung nicht verändern, herbeigeführt worden sind. Die pathologische Erfahrung würde daher uns über den Einfluß der Lebendigkeit vielfache Belehrung gewähren können, wenn sie vollständiger wäre, als wir sie jetzt noch finden. Denn, abgesehen davon, daß, wie auch Davy (Nr. 196. XIII. S. 153) bemerkt, in manchen Krankheiten, z. B. Apoplexie und Tetanus, das Blut nicht merklich verändert ist, so sind die chemi=

schen Untersuchungen desselben noch nicht so zahlreich und mit Berücksichtigung aller Lebensverhältnisse angestellt worden, als zu wünschen wäre, und selbst über seine sinnlichen Eigenschaften finden sich viele Widersprüche, welche darauf beruhen, daß man nicht die Krankheitszustände, sondern nur die Krankheitsformen, welchen doch ganz verschiedene Lebensverhältnisse zum Grunde liegen können, berücksichtigt hat. Indessen müssen wir benutzen, was uns bis jetzt gegeben ist. — Unter den Eigenschaften des Blutes, die hier zu betrachten sind, erwähnen wir zuvörderst die Elektricität, deren Stärke in umgekehrtem Verhältnisse zur Energie der Lebensäußerungen zu stehen scheint. Nach Bellingeri nämlich ist die Elektricität des Blutes bei entzündlichen Krankheiten schwächer, bei Krankheiten von Schwäche stärker als im gesunden Zustande, so daß sie in jenen bei der Genesung steigt, in diesen um so stärker wird, je gefährlicher die Krankheit ist, und in demselben Maaße abnimmt, als die Genesung fortschreitet (Nr. 236. 1823. p. 642 sqq.). Rossi fand ebenfalls kurz vor dem Tode im Petechialfieber und Typhus das Blut stark elektrisch (ebd. p. 640). Übrigens beobachtete Bellingeri (Nr. 523. p. 14) bei entzündlichen Krankheiten eine Steigerung der positiven Polarität.

§. 754. Die Gerinnbarkeit des Blutes beruht auf der Quantität und Mischung seines Faserstoffes. A) Sie wird aufgehoben nicht nur durch chemische Verhältnisse, die wir in der Lehre vom Athmen betrachten werden, sondern auch durch rein dynamische Verhältnisse. a) Man sagt, sie werde bei einem plötzlichen Tode durch Affecte, durch einen Stoß auf die Magengegend, der die Nervengeflechte des Oberbauches erschüttert (Nr. 492. I. S. 88), durch einen Schlag auf den Kopf, durch Zerstörung des Rückenmarkes (Nr. 529. S. 351), durch den Blitz, durch Arsenik, Schlangengift und Wuthgift (Nr. 499. p. 94) aufgehoben; auch hat man sie bei zu Tode gehetzten Thieren vermißt (Nr. 185. I. S. 125). Indeß scheinen diese Sätze wenigstens zu allgemein ausgedrückt zu seyn: die Wirkung der Affecte, des Stoßes auf die Magengegend und der Gifte müßte durch wiederholte Beobachtungen bestätigt werden; nach Zerstörung von Gehirn und Rückenmark fand Schröder (Nr. 502. p. 86 sqq.) das Blut aus dem Her-

zen meist nicht gerinnbar, aber Gerinnsel in Arterien und Venen; und bei Thieren, die durch einen elektrischen Schlag getödtet waren, fand Scudamore (Nr. 521. S. 46) das Blut im Herzen und in den Hohlvenen geronnen. Wenn auch jene Beobachtungen lehren, daß durch eine gewaltsame, plötzliche Affection der Sensibilität die Mischung des Blutes verändert werden kann, so scheint doch daraus noch nicht zu folgen, daß die Gerinnbarkeit vom Nervensysteme abhängt, daß dieses dem Blute etwas mittheilt, das die Hauptursache der Gerinnung wird (Nr. 533. S. 144). Es scheint nur so viel gewiß zu seyn, daß der Faserstoff, auf dessen chemischer Beschaffenheit das Gerinnen beruht, und der nicht von den Nerven abstammen kann, durch eine plötzliche Erschütterung und Vernichtung des Gesammtlebens zersetzt, aufgelöst und seiner bindenden Kraft beraubt werden kann; daher tritt denn in solchen Fällen nach Thackrah (Nr. 499. p. 67) keine Todtenstarre ein, und der Leichnam erhält sich länger warm als sonst, indem die Zersetzung und Expansion vorherrschend geworden ist. Diese allgemeine Zersetzung zeigt sich auch bei gehetzten Thieren in der Mürbheit des Fleisches und in der baldigen Fäulniß. b) Das Menstrualblut gerinnt nicht, weil es wenig oder gar keinen Faserstoff enthält (§. 168, a). Toulmouche fand solches, das durch Verschließung des Fruchtganges zurückgehalten gewesen war, bräunlich roth und von der Consistenz eines dicken Syrups; nachdem es einen Monat lang an der Luft gestanden hatte, war es wegen des Mangels an Faserstoff weder geronnen, noch gefault; sein Eiweißstoff war mit dem Cruor, da viel wässerige Theile eingesogen worden waren, eine innigere Verbindung eingegangen, so daß zugesetztes Wasser nur wenig davon gefärbt wurde, und es gerann übrigens durch Hitze, so wie durch Säuren oder Weingeist (Nr. 199. XVIII. p. 355). Ist dagegen eine Blutung des Fruchthälters die Folge krankhaft gesteigerter Lebensthätigkeit, so ist das Blut nach Lavagna faserstoffig, gerinnbar und zur Fäulniß geneigt (Nr. 185. IV. S. 153); so war nach den von Lauer zusammengestellten Beobachtungen das Menstrualblut z. B. bei einer Ausartung der Eierstöcke gerinnbar, und ein starker Verlust desselben nur so lange gefahrlos, als die Gerinnbarkeit fehlte (Nr. 582.

XVIII. S. 304). B) Die Gerinnung ist vollkommen, wenn der Kuchen fest wird, das Serum sich vollständig daraus scheidet und ganz hell ist; unvollkommen ist sie, wenn der Kuchen weich bleibt, sich durch Schütteln leicht im Serum zertheilt, und dieses überhaupt mehr Cruor beigemischt enthält. Jene vollkommenere Scheidung findet man bei kräftigen, muskelstarken Subjecten; und bei einem entzündlichen Zustande, so wie überhaupt bei gesteigerter Thätigkeit des Blutsystemes wird der Kuchen fester (Nr. 521. S. 119). Dagegen ist die Gerinnung unvollkommener, der Kuchen weicher, schmieriger bei Schwäche, den meisten chronischen Krankheiten, besonders aber im Typhus und in seinen verschiedenen Formen, als Pest, gelbem Fieber, Cholera u. s. w. (Nr. 499. p. 94. Nr. 236. 1823. p. 640. Nr. 582. XVIII. S. 303). Es scheint ein Mißgriff zu seyn, wenn man in diesen Beobachtungen einen Beweis dafür zu finden meint, daß die Gerinnung ein Lebensact sey: vielmehr ist es wohl natürlicher, hier das Gesetz anzuerkennen, daß nur das Lebendige sterben kann, und daß der Grad der mit dem Tode erfolgenden Scheidung und Zersetzung mit dem Grade der früheren Lebendigkeit in geradem Verhältnisse steht. C) Von der Vollkommenheit der Gerinnung ist die Schnelligkeit ihres Beginnens verschieden, und man kann viererlei Verhältnisse hier annehmen, welche Lauer als irritable und torpide Energie, irritable und torpide Schwäche bezeichnet (Nr. 582. XVIII. S. 305 fgg.), je nachdem die Schnelligkeit oder Langsamkeit mit Vollkommenheit oder Unvollkommenheit der Gerinnung verbunden ist. In den meisten Fällen aber finden wir, daß die Schnelligkeit der Gerinnung mit der Energie des Lebens in umgekehrtem Verhältnisse steht, oder mit anderen Worten, daß das Blut um so früher sich zersetzt, je schwächer der Organismus ist, und um so länger sich behauptet, je kräftiger das Leben wirkt. c) Daß es bei heftigen Entzündungen langsamer gerinnt, bemerkten Hewson (Nr. 553. I. p. 36), Schröder (Nr. 502. p. 64), J. Davy (Nr. 185. I. S. 125), Thackrah (Nr. 499. p. 88), nach dessen Beobachtungen die Gerinnung bei der Lungensucht nach vier, bei der Lungenentzündung erst nach acht Minuten begann, und Andere. Ob es, wie Davy (Nr. 199) andeutet, eine wirkliche Ausnahme von der Re-

gel (torpide Energie nach Lauer) ist, wenn nach den Behauptungen von Rossi (Nr. 236. 1823. p. 639), Gendrin (Nr. 538. II. p. 445) und einigen älteren Beobachtern die Gerinnung schneller erfolgt, oder ob nicht vielmehr hier nur eine frühere Beendigung und größere Vollkommenheit der Gerinnung Statt findet, muß näheren Untersuchungen überlassen bleiben. d) Thackrah (a. a. O.) behauptet, daß bei Schwäche die Gerinnung früher erfolgt, und stellt es als Maxime auf, daß man um so weniger einen Aderlaß wiederholen dürfe, je schneller die Gerinnung eintrete. Schröder (Nr. 502. p. 55) erklärt dies aus dem Gehalte an Serum, da nach seinen Beobachtungen frisches Blut, mit Serum vermischt, früher, und zwar um so früher gerann, je größer die Quantität des Serums war. Scudamores (a. a. O. S. 31) Behauptung, daß die Gerinnbarkeit in geradem Verhältnisse zur specifischen Schwere des Blutes stehe, ist nach Davys Beobachtungen (Nr. 361. II. S. 387) wenigstens in Hinsicht auf das Zeitverhältniß des Gerinnens unrichtig. Dagegen führt Lauer (a. a. O.) Fälle an, wo bei Hunger- und Salivationscur, Scorbut und anderen Kachexieen die Gerinnung nicht nur unvollkommen war, sondern auch spät eintrat. e) Bei einem starken Aderlasse gerinnt das zuletzt ausgeflossene Blut früher als das erste, wie dies Hewson (Nr. 553. I. p. 55) zuerst bemerkte; so sah Schröder (Nr. 502. p. 53) beim Aderlasse einer Schwangern die Scheidung vom Serum und Kuchen in der ersten Tasse nach einer Viertelstunde, in der letzten schon nach sieben Minuten erfolgen. Beim Schlachten eines Thieres gerinnt das Blut um so schneller, je mehr schon ausgeflossen, und je schwächer das Thier geworden ist, so daß das zuletzt im Todeskampfe ausfließende Blut augenblicklich gerinnt, aber einen weicheren Kuchen bildet, wie dies Hewson (a. a. O. p. 61), Schröder (a. a. O.) und Scudamore (Nr. 521. S. 34) beobachteten. So gerann nach Davy bei Schafen die erste Portion nach zwei, die letzte nach anderthalb Minuten (Nr. 185. I. S. 125); nach Thackrah (Nr. 499. p. 45) bei Hunden die erste Portion nach 70, eine spätere nach 40 Secunden, die letzte augenblicklich. Er machte zugleich (ebd. p. 48) die interessante Beobachtung, daß bei Ochsen,

wenn sie bloß durch Öffnung der Adern getödtet werden, dieselbe Regel gilt; werden sie aber zuvor geschlagen, so gerinnt wegen der dadurch bewirkten Betäubung die erste Portion schneller, die zweite später, weil nach der nun bewirkten Öffnung der Adern das Blut wieder freier umläuft, und die Betäubung nachläßt, die letzte Portion aber wieder schneller wegen der durch den Blutverlust herbeigeführten Schwäche. Ebel (Nr. 518. p. 5) bemerkte, daß das Blut bei Menschen nach starken Aderlässen gerinnbarer wird, und als er einem Pferde, dessen Blut binnen fünf Minuten gerann, täglich elf Pfund Blut abließ, gerann es am zweiten Tage in vier Minuten, am fünften Tage in drei, am zehnten Tage in zwei, und am elften Tage in einer Minute; er stellte daher ebenfalls den Satz auf, daß die Neigung zum Gerinnen bei Schwäche, namentlich bei verminderter Kraft des Herzens und langsamerem Kreislaufe, vermehrt, bei Entzündungen hingegen vermindert sey. — Piorry fand bei Thieren, die in Folge eines starken Blutverlustes, aber erst nach einigen Stunden gestorben waren, geronnenen Faserstoff im Herzen und in den Venen (Nr. 196. XIII. S. 189), und so kann denn wohl auch Hewsons Vermuthung Grund haben, daß bei Verwundungen eine eintretende Ohnmacht die Bildung von Blutpfröpfen und dadurch die Stillung der Blutung begünstigt. f) Der mächtige Einfluß der lebendigen Wandung auf die Beschaffenheit des Blutes zeigt sich ferner darin, daß es, wenn es langsam aus der Ader fließt, früher gerinnt, als wenn es in schneller Strömung ausgestoßen wird. Hewson (a. a. O. p. 80 sqq.) sah bei einem Aderlasse das Blut anfangs langsam, dann schnell, dann noch schneller, dann ganz langsam ausfließen, und bemerkte, daß die vierte Portion nach 3, die erste nach 12, die zweite nach 22, und die dritte nach 35 Minuten gerann. Scudamore (a. a. O. S. 34) beobachtete Ähnliches, und Thackrah (a. a. O. p. 65) bemerkt nach Kellie, daß das Blut früher gerinnt, wenn es eine Zeit lang in einer comprimirten Vene gestockt hat. g) Daß das frühere Gerinnen hier nicht sowohl von dem mechanischen Verhältnisse, als vielmehr von der minder kräftigen Einwirkung der Wandungen abhängt, geht aus der von Davy (Nr. 185. I. S. 125) und Thackrah (a. a. O. p. 45) gemachten

Beobachtung hervor, nach welcher bei jungen Thieren ungeachtet ihres schnelleren Blutlaufes die Gerinnung früher erfolgt als bei älteren. h) Endlich bemerkten Highmor, Willis und Treviranus, daß bei manchen convulsivischen Krankheiten die Gerinnung früher eintritt als gewöhnlich. D) Bisweilen sammelt sich, wenn das Blut erst sich zu verdicken anfängt und noch nicht gerinnt, an seiner Oberfläche eine durchsichtige, bläuliche oder gelbliche Schicht, welche immer dicker wird, von der Oberfläche nach unten fortschreitend allmählig gerinnt und so die Speckhaut (Entzündungshaut, **crusta inflammatoria s. pleuritica**) darstellt. Sie ist weiß, grau oder gelblich, weich und elastisch, zum Theil in Fäden zu ziehen, meist eine bis zwei Linien dick, an der oberen, freien Fläche glatt, oft becherförmig ausgehöhlt; nach unten durch eine höckerige Fläche mit dem Blutkuchen zusammenhängend, der, da er wenig Faserstoff enthält, lockerer und weicher als gewöhnlich ist. Die Speckhaut ist eigentlich nichts als Blutkuchen ohne Cruor: ihre Grundlage ist Faserstoff, der aber anders als gewöhnlich beschaffen, weicher und auflöslicher ist; ausgepreßt giebt sie nach Gendrin (Nr. 538. II. p. 442) ein gelbliches Serum, welches mehr Eiweißstoff enthält als das übrige Serum; J. Davy bekam 38,3 Serum daraus, so daß 61,7 Faserstoff zurückblieb. Da sie keinen reinen, normalen Faserstoff darstellt, so haben sie einige Chemiker auch für einen umgewandelten Eiweißstoff gehalten. — Die Entstehung der Speckhaut muß von mancherlei Umständen abhängen, denn sie kommt in ganz verschiedenen, ja entgegengesetzten Lebenszuständen vor, sowohl bei gesteigerter Thätigkeit des Gefäßsystemes, bei Entzündungsfiebern, hitzigen Rheumatismen und in der Schwangerschaft, als auch bei großer Schwäche, im Scorbut und Faulfieber nach Parmentier und Deyeux (Nr. 184. I. 3tes Heft. S. 15 fgg., 25), in der Syphilis nach Schröder (Nr. 502. p. 32), in der Harnruhr nach Scudamore (Nr. 521. S. 124), in der Wassersucht nach Stoker (ebd. S. 149) u. s. w. i) Gewiß scheint es, daß sie in den meisten Fällen auf einer gesteigerten Thätigkeit beruht. Findet dieser Zustand bei einer Entzündung Statt, so bildet sich eine dicke, dichte, elastische, gelblich-weiße Speckhaut (Nr. 538. II. p. 445). Aber auf der Höhe

einer Entzündung, z. B. der Lungen, ist das Blut übermächtig, und die Wirkung der lebendigen Wandungen beschränkt, so daß die Speckhaut dann anfangs fehlt und erst nach einem Aderlasse, bei wieder freier sich hebendem Pulse, entsteht. Außerdem kommt es auf den Sitz und auf den Charakter der Entzündung an: ist diese z. B. auf den Darmcanal beschränkt, oder findet eine große Neigung zur Eiterung Statt, so fehlt oft die Speckhaut. Diese ist also, wie besonders J. Davy gezeigt hat, weder ein unbedingt sicheres Merkmal der Entzündung, noch auch überall dem Grade der Entzündung angemessen. Daß sie gleichwohl durch die lebendige Einwirkung der Wandungen bestimmt wird, geht aus folgenden Umständen hervor. Erstlich entspricht ihre Bildung der Schnelligkeit der Strömung, wie dies Scudamore (a. a. O. S. 114), Thackrah (a. a. O. p. 55) und Belhomme (Nr. 196. VII. S. 247) bemerkten; daher fehlt sie bei schwacher Strömung und bei enger Öffnung der Vene, während sie unter den entgegengesetzten Verhältnissen stärker ist. Zweitens wenn ein Aderlaß durch eine Ohnmacht unterbrochen ist, so bildet sich nachher keine Speckhaut mehr (Nr. 538. II. p. 439). Drittens die Quantität des Faserstoffes im Blute ist bei Bildung einer Speckhaut im Ganzen genommen größer, nach Scudamore (a. a. O. S. 72); J. Davy führt dagegen 15 Beobachtungen an, in welchen dies Verhältniß verschieden war, die aber, wenn man sie summirt, im Durchschnitte doch eine ungewöhnliche Menge von Faserstoff nachweisen (Nr. 361. II. S. 388 fgg.). Viertens fand Davy denselben dabei dichter und von einer größeren specifischen Schwere als in gesundem Zustande. Fünftens das Verhältniß der beim Anfange und beim Ende eines Aderlasses ausgeflossenen Portion ist zwar, wie Schröder (a. a. O. p. 32) und Belhomme (a. a. O.) beobachteten, nicht immer dasselbe, da die Lebendigkeit der Gefäße oftmahls erst nach dem Blutverluste sich steigert; aber in den meisten Fällen findet das Gegentheil Statt, und die erste Portion, während deren Strömung die Thätigkeit der Gefäße größer ist, giebt mehr Speckhaut als die letzte. Gendrin (a. a. O. II. p. 438) beobachtete, daß, wenn er eine Portion Blut hatte ausfließen lassen, welches eine Speckhaut bildete, und er nach acht bis

zehn Minuten wieder Blut ausfließen ließ, dieses wenig oder gar keine Speckhaut gab; diese aber wieder sich bildete, wenn er erst nach mehreren Stunden aus derselben Wunde Blut ließ: hier war es denn offenbar, daß nicht eine bleibende Qualität der Blutmasse den Grund enthielt, sondern der Lebenszustand der Wandungen, der durch einen Blutverlust momentan verändert wurde, dann aber den früheren Charakter (die entzündliche Diathesis) wieder annahm. Sechstens bei Bildung der Speckhaut erfolgt die Gerinnung später. Wenn dies bloß von der Gerinnung des Blutkuchens gälte, so könnte man es mit Schröder (a. a. O. p. 49) als die Wirkung der Speckhaut betrachten, da in dieser schon ein Theil des Faserstoffes fest geworden, und der noch flüssige mehr vertheilt, also weniger gerinnbar ist. Allein auch die Bildung der Speckhaut erfolgt bei Entzündungen in der Regel später als sonst die Gerinnung. Da nun nach dem Obigen (c—f) bei regerer Wirksamkeit der Wandungen und schnellerer Strömung eine spätere Gerinnung beobachtet wird, so scheint diese ein wesentlicher Umstand zu seyn, um das Entstehen der Speckhaut zu vermitteln, indem dabei ein Theil des Cruors Zeit gewinnt, sich vermöge seiner größeren specifischen Schwere in den tieferen Schichten zu sammeln, so daß in den obersten Schichten der leichtere Faserstoff mit Serum zurückbleibt, der sonst bei schnellerer Gerinnung den Cruor in sich schließt. Diese Erklärung, welche Hunter (Nr. 492. II. 1ste Abthlg. S. 173), Prochaska (Nr. 452. S. 235), Thackrah (a. a. O. p. 39. 111) und Denis (Nr. 532. p. 324) gaben, nachdem Hewson (Nr. 553. I. p. 39 sqq.), Scudamore (a. a. O. S. 31. 38) und Andere die spätere Gerinnbarkeit bemerkt hatten, scheint die genügendste zu seyn. Wenn Davy (a. a. O. S. 385), der übrigens zugiebt, daß die Speckhaut um so dicker wird, je später die Gerinnung erfolgt, und Stoker (Nr. 521. S. 144) auch bei schnellem Gerinnen eine Speckhaut beobachtet haben, so können andere Umstände mitgewirkt haben. k) Der Cruor kann nämlich früher zu Boden sinken und von dem noch flüssigen Faserstoffe sich scheiden, wenn er entweder zu dicht, oder das Blutwasser zu dünn, also an Faserstoff und Eiweißstoff zu arm ist, oder auch wenn er vermöge einer Mischungsveränderung

des Blutes weniger adhäsive Verwandtschaft zum Faserstoffe hat. Diese Umstände sind es wahrscheinlich, welche die Entstehung der Speckhaut bei Faulfiebern, Scorbut, Wassersucht und anderen Kachexieen begründen. Wenn Hewson (a. a. O. p. 45 sqq.) erwies, daß bei Entzündungen weder eine Verdünnung des Blutes, noch eine größere specifische Schwere des Cruors die Bildung der Speckhaut begründet, und wenn Davy (a. a. O. S. 389) keinen beständigen Zusammenhang zwischen letzterer und der specifischen Schwere des Blutes erkannte, diese im Gegentheile dabei meist größer als gewöhnlich fand, so würden diese Einwürfe nur dann gültig seyn, wenn wir, was allerdings einseitig wäre, die Speckhaut in allen Fällen von diesem Verhältnisse ableiten wollten. 1) Hewson (a. a. O. p. 101 sqq.) fand, daß sich eher eine Speckhaut bildete, wenn man das Blut in engen Geschirren auffing, als wenn man es in flache Schaalen fließen ließ; Schröder (a. a. O. p. 32), und Gendrin (a. a. O. p. 433 sqq.) überzeugten sich durch Versuche, daß die Bildung der Speckhaut in der Kälte beschränkt oder verhindert wird, und daß das Auffangen des Blutes in einem engen, dicht unter die Vene gehaltenen Geschirre die Entstehung der Speckhaut begünstigt, indem es die Abkühlung des Blutes verzögert. Sollte etwa auch die erhöhte Lebenswärme die Geneigtheit des Cruors, sich vom Faserstoffe zu scheiden, befördern?

§. 755. A) Der Cruor, der im Normalzustande dem geronnenen Faserstoffe anhängt, mischt sich beim Scorbut, beim Faulfieber, beim gelben Fieber u. s. w. dem Serum bei, löst sich darin auf, färbt es roth und schlägt sich allmählig als pulveriger Bodensatz daraus nieder. Vielleicht giebt, wie Wedemeyer (Nr. 529. S. 250) vermuthet, die Verminderung des Faserstoffes einerseits, andererseits (ebd. S. 356) der zu schwache Eiweißstoffgehalt des Serums dazu Anlaß; doch hat wahrscheinlich ein verändertes Mischungsverhältniß des Cruors selbst nicht geringen Antheil daran. Nach Gendrin (Nr. 538. II. p. 445 sq.) ist bei starker Entzündung das Serum ganz klar, und wenn es am Boden etwas trüber wird, so rührt dies bloß von seinem Eiweißstoffgehalte her; bei einem schwach entzündlichen Zustande ist es hell und nimmt

wenig Cruor allmählig auf, den es am Boden absetzt, röthet sich aber und setzt eine dickere Schicht ab, wenn zugleich eine Speckhaut gebildet ist. Wird (eb. p. 439) ein Aderlaß durch Ohnmacht unterbrochen, so nimmt es zuweilen viel Cruor auf, und (ebd. p. 454) bei bösartigen brandigen Krankheiten ist es davon trübe und giebt einen schwarzen Bodensatz. B) Was die quantitativen Proportionen anlangt, so ist a) die Quantität der festen Theile in entzündlichen Krankheiten (Nr. 450. II. S. 225), namentlich in der Synocha, vermehrt, wie denn in solchen Fällen die Infusion von Wasser in die Venen sich heilsam erwiesen hat (Nr. 571. I. p. 547); beim Typhus, namentlich beim gelben Fieber nach Stevens (Nr. 581. XXV. p. 217 sq.), ist sie vermindert. Dies Verhältniß äußert sich schon in der Proportion des Serums zum Blutkuchen: bei sthenischer Entzündung ist die Quantität des ersteren vermindert (Nr. 499. p. 108) und verhält sich zu letzterem nach Gendrin (a. a. O. p. 445) wie 1 : 2; im Typhus ist dagegen das Serum vermehrt, so daß nach Reid Clanny, wenn sein Verhältniß zum Kuchen im gesunden Zustande 1 : 0,23 war, es auf der Höhe der Krankheit 1 : 0,13 wird (Nr. 423. XVIII. p. 290). Thackrah (Nr. 499. p. 105) fand dies Verhältniß bei einer Synocha 1 : 3,30, bei Pneumonie 1 : 2,82, bei Gastritis 1 : 2,81, beim Tertianfieber 1 : 2,50, beim Quartanfieber 1 : 1,60, bei Lungensucht 1 : 1,56, bei Wassersucht 1 : 1,29, bei Hemiplegie 1 : 1,23. Brande fand dies Verhältniß bei einem acuten Rheumatismus 1 : 0,18, bei Pleuritis 1 : 0,16, bei Pneumonie 1 : 0,15, bei Scharlach 1 : 0,14, bei Schwindel 1 : 0,14, bei Hirnerschütterung 1 : 0,13, bei Pleuritis eines Kindes 1 : 0,10 (Nr. 243. 1828. S. 337). Die Abweichung der verschiedenen Beobachter in Hinsicht der absoluten Menge darf uns nicht irren, da jeder dasselbe nach einem eigenen Maaßstabe beurtheilte. Nach Lauer (Nr. 582. XVIII. S. 412) ist überhaupt bei schwächlichen Personen und bei langwierigen, namentlich mit Säfteverlust verbundenen Krankheiten, nach öfteren Aderlässen, und bei Unterdrückung der wässerigen Secretionen die Quantität des Kuchens im Verhältniß zum Serum vermindert, während bei robusten Män-

nern das umgekehrte Verhältniß Statt findet. — Außerdem kommt auch die Dichtigkeit des Blutkuchens in Betracht, die, wie schon ältere Beobachter fanden (Nr. 95. II. p. 17), bei entzündlichem Fieber, Rheumatismus und Podagra stärker ist. Nach Gendrin (a. a. O. p. 441) ist er bei der Entzündung fester und compacter, wird aber (ebd. p. 439), wenn der Aderlaß durch eine Ohnmacht unterbrochen wird, bisweilen weich und voluminös; eben so (ebd. p. 454) bleibt er locker, wenn die Entzündung bis zu indirecter Schwäche sich gesteigert hat. Bei bösartigen Krankheiten, Neigung zum Brande, Faulfiebern u. s. w. ist er ebenfalls weich, gallertartig und nicht scharf begränzt. b) Die Quantität des Faserstoffes ist nach Davy, Whiting und König (Nr. 514. p. 13) bei Entzündungen vermehrt; dagegen im Typhus nach Reid Clanny (a. a. O.), im Scorbute nach Parmentier und Deyeux, in der Harnruhr nach Nicolas und Guedeville (Nr. 450. II. S. 225), und bei der Hirnerschütterung nach Brande (Nr. 243. 1828. S. 337) vermindert. c) Davy giebt an, der Cruor nehme bei Entzündungen ab, während der Faserstoff sich vermehre (Nr. 361. II. S. 390); nach Reid Clanny nehmen beide Stoffe im Typhus auf gleiche Weise ab. d) Die specifische Schwere des Serums und sein Gehalt an festen Theilen ist in Fiebern vermehrt (Nr. 95. II. p. 123); nach Marcet am meisten bei acutem Rheumatismus (Nr. 499. p. 117). d) Es ist bei Entzündungen nach Gendrin (a. a. O. p. 442) klebriger und enthält nach Traill fast zweimahl so viel Eiweißstoff als im gesunden Zustande; im Scorbute ist es ärmer an Eiweißstoff und läßt sich nach Parmentier und Deyeux in der Hitze weniger coaguliren; bei der Harnruhr enthält es nach Henry und Soutteiran nur ¾ von dem Eiweißstoffe, den es gewöhnlich enthält (Nr. 585. VII. S. 296). e) Der Salzgehalt ist nach Thackrah (Nr. 499. p. 117) im Fieber oft vermehrt; im Typhus ist er nach Reid Clanny vermindert, jedoch weniger als der Eiweißstoff; Steevens aber fand beim gelben Fieber vorzüglich nur einen Mangel an Salzen (Nr. 581. XXV. p. 217 sqq.); bei der Harnruhr sollen die phosphorsauren Salze in geringerer Menge vorhanden seyn (Nr. 450. II. S. 225). C) Die Fäulniß soll in dem

bei Entzündung gelassenen Blute nach König (Nr. 514. p. 8) 10 bis 24 Stunden früher als sonst eintreten, aber nach Rossi ihren höchsten Grad später als gesundes Blut erreichen (Nr. 236. 1823. p. 639).

§. 756. Die Umwandlung des arteriösen Blutes in venöses ist in manchen Fällen aufgehoben oder doch geschwächt, so daß hellrothes Blut aus den geöffneten Venen fließt. a) Dies ist der Fall bei starkem Blutverluste: hat man sehr lange Blut aus einer Vene fließen lassen, so kommt zuletzt, ehe es ganz zu fließen aufhört, hellrothes (Nr. 95. II. p. 10. Nr. 103. I. 2te Abthl. S. 266). Dies rührt unstreitig davon her, daß die organische Substanz mit dem wenigen noch in den Gefäßen vorhandenen Blute keine normale Wechselwirkung eingehen kann, da die hierzu erforderliche Kraft (§. 748, a) fehlt. b) Ein allgemeines Darniederliegen der bildenden Thätigkeit kann denselben Erfolg haben. So hat man das Venenblut scharlachroth gefunden im Typhus, Faulfieber, gelben Fieber, Petechienfieber nach Schübler (Nr. 584. XXXIX. S. 325) und Rossi (Nr. 236. 1823. p. 640), auch bisweilen beim Scorbute und morbus maculosus nach Lauer (Nr. 582. XVIII. S. 273). c) Aber auch bei Entzündungen ist es gewöhnlich heller (ebd. S. 277). Hunter (Nr. 492. II. 1ste Abth. S. 174) bemerkte dies besonders von dem durch Blutegel ausgezogenen Blute und vermuthete (ebd. S. 127), es könne wegen seines zu schnellen Durchströmens durch die Haargefäße in diesen nicht verändert werden: indeß fließt es in den eigentlich entzündeten Stellen im Gegentheile langsam oder gar nicht. Durch eine Hautathmung kann es auch nicht geröthet seyn, denn es ist, wie Krimer (Nr. 511. S. 287) bemerkt, die Haut dabei heiß und trocken, bei trockener Oberfläche aber keine Athmung möglich. Der Grund kann also nur darin liegen, daß bei der Entzündung das übermächtige Erregungsverhältniß den Stoffwechsel, die Nutrition und Secretion, unterdrückt hat. Eben so können wir es erklären, wenn Nasse bei Pneumonie, Scharlach und Croup jene Erscheinung beobachtete (Nr. 449. 1830. S. 103.). d) Krimer (Nr. 562. S. 138. 152 fgg.) will beobachtet haben, daß, wenn er an Kaninchen oder Hunden die Schenkel= oder Armnerven durchschnitten hatte, das Venenblut

des verletzten Gliedes nach vier bis zehn Minuten hellroth war, dann bei Anbringung des positiven Poles einer Voltaschen Säule am Gehirne und des negativen am durchschnittenen Nerven, oder des positiven an letzterem und des negativen an den Zehen, sogleich dunkel und bei Wegnahme der Leiter wieder hell wurde. Es läßt sich wohl denken, daß eine Durchschneidung der Nerven durch Verminderung der Lebensthätigkeit die auf dieser beruhende Metamorphose des Blutes stören kann; indeß scheint nach Arnemann (Regeneration S. 48) das Blut in Gefäßen, deren Nerven durchschnitten sind, ungewöhnlich dunkel gefärbt zu werden, indem die Bewegung des Blutes früher dadurch gestört wird (§. 770) als seine Metamorphose (§. 752, e). e) Endlich giebt v. Autenrieth (Nr. 97. I. S. 312) an, daß das Venenblut bei großer Sommerhitze heller sey, so wie es Crawford bei Hunden fand, deren Temperatur er durch äußere Hitze auf 106 bis 109° Fahr. gebracht hatte.

§. 757. Das Blut wird sowohl durch die Einwirkung der Organe als auch durch äußere Einflüsse bestimmt. a) Es steht unter dem Einflusse der Außendinge, mögen diese nun unmittelbar oder durch die blutbildenden Organe auf dasselbe einwirken. Wie es außerhalb des lebenden Körpers durch den Einfluß der Elektricität an Gerinnbarkeit verliert (§. 673, b), so bleibt es bei Denen, die durch den Blitz getödtet worden sind, flüssig, und Rossi fand, daß, wenn ein Mensch elektrisirt worden war, sein Blut langsamer gerann, einen kleinern und weichern Kuchen gab und ein mehr röthliches Serum ausschied als sonst (Nr. 236. 1823. p. 634 sqq.). Wie es ferner außerhalb des Körpers durch Weingeist und Säuren gerinnt (§. 674, c, h), so fand man es auch bei Thieren geronnen, denen man während des Lebens Weingeist (Nr. 494. II. S. 46. Nr. 423. XII. p. 105), oder Schwefelsäure (Nr. 577. I. part. 2. p. 77), oder Salpetersäure (ebd. p. 102), oder Salzsäure (ebd. p. 138), oder Phosphorsäure (ebd. p. 145), oder Essig (Nr. 494. II. S. 46) in die Adern gespritzt hatte. Zum Theil bringen manche Substanzen, wenn sie in die Verdauungsorgane gebracht worden sind, ähnliche Veränderungen des Blutes hervor, als wenn man sie demselben außerhalb des Körpers beigemischt hat:

so behauptet Stevens, die Neutralsalze mit glücklichem Erfolge beim gelben Fieber angewendet zu haben, da das Blut hier wegen Mangels an Neutralsalzen schwarz ist und durch deren Zusatz seine natürliche Röthe erlangt (§. 679, c). b) Allein in den meisten Fällen bewirken die in den lebenden Organismus gebrachten Substanzen im Blute gar nicht die Veränderungen, welche sie bei Zumischung zu dem abgelassenen Blute hervorbringen: so fand z. B. Thackrah (Nr. 499. p. 34 sqq.), daß das Blut von Hunden, die durch Opium vergiftet worden waren, ganz wie im gesunden Zustande gerann, während es nach der Beimischung von Opium außerhalb des Körpers viel später gerann. Substanzen, welche im Blute unmittelbar eine gewisse chemische Veränderung bewirken, können bei Krankheiten, in welchen das Blut in einem ähnlichen Zustande sich befindet, durch Bestimmung der Lebensthätigkeit als Heilmittel dienen: so scheint die erbliche Anlage zu Blutungen (bei den sogenannten Blutern) auf einer ungewöhnlichen Dünnflüssigkeit des Blutes zu beruhen, und doch zeigte sich hier nach Krimer (Nr. 511. S. 317) das schwefelsaure Natrum, welches außerhalb des Körpers die Gerinnung des Blutes verhindert, als das einzig wirksame Heilmittel. Manche Substanzen scheinen, wenn sie mit den festen organischen Theilen in Berührung gebracht worden sind, Veränderungen im Blute herbeizuführen, welche sie, wenn sie ihm unmittelbar beigemischt werden, nicht bewirken: so beobachtete Orfila (Nr. 577. II. part. 1. p. 273), daß eine Auflösung des Fingerhutextractes, nicht wenn es in die Adern gespritzt, wohl aber wenn es in den Magen oder in das Zellgewebe gebracht worden war, eine Gerinnung des Blutes im Herzen zur Folge hatte. — Am merkwürdigsten ist aber die Verschiedenheit der Wirkung einer Substanz, je nachdem sie dem Blute innerhalb der lebenden Adern oder außerhalb derselben beigemischt wird. Der erste Fall ist hier der, daß eine Substanz, die keine merkliche Wirkung auf das abgelassene Blut äußert, bedeutende Veränderungen in dem umlaufenden Blute hervorbringt: Viperngift ändert die Cohäsion des Blutes außerhalb des Körpers nach Fontana (Nr. 456. S. 43. 209. 308) nicht, hebt vielmehr die Gerinnbarkeit desselben auf, bringt aber, in die Venen gespritzt, dasselbe sogleich zum Gerinnen.

Umgekehrt treten die Veränderungen, welche manche Substanz außerhalb des Körpers im Blute setzt, entweder nicht ein, oder es erfolgt selbst der entgegengesetzte Zustand. Laugensalze heben die Gerinnbarkeit des abgelassenen Blutes auf: nach Infusion von kohlensaurem Kali aber war das Blut nach Haller (Nr. 152. I. p. 70) in den Adern geronnen, nach Sprögel (Nr. 494. I. S. 258) in den Hohlvenen und im Herzen fest geronnen, völlig nach dessen Wandungen geformt und nur in den Venenzweigen flüssig, nach Orfila (a. a. O. I. part. 2. p. 154) innerhalb beider Herzhöhlen in große Klumpen geronnen; Letzterer (ebd. p. 163) sah auch, wie Friend (Nr. 494. II. S. 42), nach Infusion von Ammonium Blutklumpen im Lungenvenensacke oder in der unteren Hohlvene. Sublimatauflösung bewirkt eine starke Coagulation des Blutes außerhalb der Ader: hatte sie aber Ettmüller (ebd. I. S. 226) in die Adern gespritzt, so fand er das Blut dünnflüssig. Pommer stellte interessante Beobachtungen über die Kleesäure an (Nr. 198. 1828. II. S. 203—255): zu frisch aus der Ader strömendem Blute gesetzt, macht sie dasselbe braunröthlich, dicklich, Lakmus röthend; in die Venen gespritzt, tödtet sie, indem zuerst das Athmen, dann der Herzschlag erlischt, aber man findet im Blute keine Spur der Säure, noch irgend eine ungewöhnliche Beschaffenheit, auch in den Adern, dem Herzen und den Lungen weder Entzündung, noch Veränderung des Gewebes oder der Farbe; wird aber die Kleesäure in das Zellgewebe, oder in die Bauchhöhle oder in den Magen eines lebenden Thieres gebracht; so findet man sie in den benachbarten Theilen und deren Blute wieder, jedoch nur erst einige Stunden nach dem Tode, und nie im Blute des Herzens und der Lungen. — Alle diese Erfahrungen bezeugen die Macht, welche das Leben über das Blut übt; sie beweisen, wie die lebendige Substanz der festen Gebilde durch ihren steten Verkehr mit dem Blute die ihm beigemischten fremdartigen Stoffe umwandelt und zerlegt, so daß selbst die gewöhnliche Wirkung derselben auf die Substanz des Blutes wegfallen, bei diesem Wechsel der Stoffe aber das Leben selbst der feindseligen Einwirkung unterliegen kann.

Wirkung des Organismus auf die Bewegung des Blutes.

§. 758. Wenn nach den bisher (§. 749—757) betrachteten Thatsachen die organische Substanz mit dem Blute einen Wechsel der Stoffe eingeht, welcher nothwendig Bewegungen, Anziehung und Abstoßung voraussetzt, so fragt es sich, ob sie nicht auch auf die Masse des Blutes bewegend einwirkt, so daß ihre Wechselwirkung mit derselben ebenfalls durch Anziehung und Abstoßung sich äußert? In der That werden wir sehr geneigt, dies anzunehmen, a) wenn wir bedenken, daß einerseits das Blut nicht durch eigene Kraft sich bewegt (§. 739. 740), Herz und Adern aber bei Pflanzen und niederen Thieren, wo doch auch der Lebenssaft sich vertheilt, fehlen (§. 661, B. C) und da, wo sie vorhanden sind, doch nicht den vollen Grund des Blutlaufes enthalten (§. 731. 735, C. 736, B. 737); andererseits die Organe zu ihrer Erhaltung so wie zu ihrer Lebensthätigkeit des arteriösen Blutes bedürfen (§. 743); es aber durch ihren Verkehr mit demselben in venöses umwandeln (§. 752). b) Körper, welche vermöge ihrer Substanz oder vermöge des Zustandes, in welchem sie sich gerade befinden, einander verwandt sind (§. 261, c), ziehen sich gegenseitig an, wobei natürlich der beweglichere als der, welcher angezogen wird, und der minder bewegliche als der anziehende erscheint. Je nachdem bei dieser allgemeinen Wirkung noch besondere Umstände Statt finden, nennen wir diese Bewegungen adhäsive, capillare, magnetische, elektrische, chemische. Die elektrischen sind die bedeutungsvollsten, da sie sowohl sichtbare Ortsveränderungen als auch Mischungsveränderungen in sich begreifen. Durch poröse unorganische Substanz bewegt sich unter dem Einflusse der Elektricität die darin befindliche Flüssigkeit von dem positiven Pole gegen den negativen hin. Die organische Substanz hingegen bewirkt, auch ohne daß wir sie der Einwirkung künstlich erregter Elektricität aussetzen, wie die Untersuchungen von Dutrochet gelehrt haben, ähnliche Bewegungen der Flüssigkeiten: sie zeigt eine Endosmose oder zieht aus ihren Umgebungen die Flüssigkeit in ihr Gewebe oder in ihre Höhlen und wird dadurch strotzend oder turgid, wenn sie entweder noch keine Flüssigkeit in sich hält (Nr. 537. p. 120 sqq.), oder wenn die Flüs-

sigkeit in ihr dichter ist als die außer ihr befindliche, oder zu dieser wie Alkali zur Säure sich verhält; sie zeigt Exosmose oder setzt die in ihr enthaltene Flüssigkeit nach außen ab, wenn diese in der Zersetzung begriffen, oder weniger dicht als die äußere ist, oder sich zu ihr wie Säure zu Alkali verhält (ebd. p. 123—132). Die organische Substanz zieht also an und für sich schon Flüssigkeiten an: sind aber in ihr und außer ihr zwei entweder in Dichtigkeit oder in chemischer Constitution verschiedene Flüssigkeiten, so durchdringen diese die organische Substanz durch gegenseitige Anziehung gleichzeitig in beiden Richtungen, jedoch so, daß die eine Richtung (vom Beweglicheren, Dünneren, Schwächeren zum Festeren, Dichteren, Stärkeren) überwiegend, und daher entweder Endosmose oder Exosmose offenbar wird (ebd. p. 150—156). Nach Dutrochet hängt nun das Aufsteigen des Saftes in den Pflanzen wesentlich davon ab, daß jede Wurzelspitze so wie jede Zelle durch Endosmose ihn anzieht und sich dadurch in turgiden Zustand versetzt (ebd. p. 159—172). So sprach es früher schon Prochaska (N. 544. S. 76) aus, daß im Leben jeder Theil die ihm nöthigen Stoffe anzieht, Blatt und Blühte aus dem Zweige, der Zweig aus dem Stamme, der Stamm aus der Wurzel, die Wurzel aus der Erde, und daß durch diese vereinten Kräfte der Saft in der Pflanze herauf gehoben wird. Der Analogie nach zu urtheilen, müssen Blut und festes Gebilde ihre Verwandtschaft, die im Stoffwechsel (§. 749) offenbar wird, auch durch Bewegungen äußern, und jenes als das Beweglichere muß von diesem angezogen werden. Verhält sich nun wirklich das arteriöse Blut zum venösen wie positiv zu negativ Elektrischem, und dürfen wir annehmen, daß das feste Gebilde vermöge seiner Dichtigkeit negativ elektrisch sich dagegen verhält, so wird dasselbe das positiv elektrische, dünnere Blut anziehen und das negativ elektrische dichtere Blut abstoßen. c) Manche Erscheinungen deuten wirklich auf ein solches Verhältniß hin. Wenn im lebenden Körper Blut, z. B. in einem Aneurysma, gerinnt, so nimmt der Faserstoff zunächst den Cruor in sich auf, und das Gerinnsel erscheint als Blutkuchen, wird aber in seinen äußeren Schichten, also da, wo es nicht mit dem fließenden Blute, sondern mit den festen Wandungen in Berührung steht, entfärbt, so daß der Cruor von

diesen allein angezogen und eingesogen worden seyn kann. Wir haben aber eine Neigung der Blutkörner, einander anzuziehen und bisweilen wieder von einander abzuweichen (§. 739, a), kennen gelernt und dürfen vermuthen, daß auch feste Gebilde ähnliche Wirkungen auf sie ausüben. In der That scheinen die freien Bewegungen der aus den Gefäßen getretenen Blutkörner (§. 740, i) nur darauf zu beruhen, wie es denn Haller (Nr. 152. I. p. 129) unter den Resultaten seiner Untersuchung aufstellt, daß das Blut von den Wänden der Gefäßstämme angezogen wird, so daß es an deren äußerer Fläche bisweilen regelmäßig wie in Canälen fließt; und Koch bemerkt, daß die extravasirten Blutkörner nur in der Nähe eines festen Gebildes sich bewegen (Nr. 243. 1827. S. 445). Ihre Neigung, adhäsiv und repulsiv auf einander zu wirken, äußern sie während des normalen Lebenszustandes nicht: es muß also etwas außer ihnen vorhanden seyn, was diese Neigung unterdrückt und sie in bestimmter, gleicher Richtung zu laufen zwingt; dieser Impuls liegt im Herzen, als dem Centralpuncte des Blutsystemes; da aber dieses nicht allein wirksam seyn kann (§. 731), so muß ein zweiter und noch wesentlicherer Impuls von dem entgegengesetzten Puncte, von der Peripherie des Blutsystemes, oder von den organischen Gebilden außerhalb desselben ausgehen. d) Das Verhalten der Blutkörner bei einer Hemmung ihres freien Laufes, wo sie schwankend bald hierhin, bald dorthin gehen, bald stocken, bald schneller laufen, scheint auf eine wechselnde, ungleiche Anziehung der in den Stämmen strömenden Blutmasse und der festen Gebilde hinzudeuten; und so kann auch die Leerheit der Arterien nach dem Tode mit darauf beruhen, daß die organische Substanz noch Blut anzieht und in ihre Haargefäße aufnimmt, nachdem das Herz zu wirken aufgehört hat, wie Dutrochet (a. a. O. p. 194) und Schultz (Nr. 243. 1826. S. 587) annehmen; auch ist es sehr wahrscheinlich, daß, wie Letzterer behauptet, bei Suspension des Herzschlages während des Scheintodes der Blutlauf in den Organen fortdauert. — So scheint denn der allgemeine und wesentliche Grund des Blutlaufes in dem Verhältnisse der organischen Substanz überhaupt zum Blute zu liegen. Die Anerkennung dieses Satzes ist unserem Zeitalter nicht fremd, jedoch,

wie mich dünkt, noch zu beschränkt. Carus sprach es mehr im Allgemeinen aus, daß im Umlaufe des Blutes wie überall in der Natur Anziehung und Abstoßung wirksam sind (Nr. 185. III. S. 414). Treviranus (Nr. 100. IV. S. 272) leitete nicht die Bewegung des Blutes, sondern seine Bewegungskraft vom Nervensysteme ab; Österreicher (Nr. 524. S. 188. 196) suchte die Ursache des Blutlaufes im Blute und in seinem Verhältnisse zum Nervensysteme; Wedemeyer (Nr. 529. S. 344) deutete auf die Einwirkung der Vitalität der Organe, namentlich des Nervensystemes, hin; und Baumgärtner (Nr. 533) zeigte am vollständigsten den Einfluß dieses Systemes (vgl. §. 769 fgg.), während Koch (Nr. 243. 1827. S. 452. 459) und Bonorden (ebd. S. 541. 551) eine umfassendere Ansicht aufstellten. Auch leitete Raspail den Blutlauf davon ab, daß die festen Theile das Blut anziehen, um es einzusaugen (Nr. 245. VI. p. 151). Wenn man übrigens, wie Broussais und seine Schule, ein Bestimmtwerden des Blutlaufes durch die Vitalität der Haargefäße annahm, so lag darin schon die Anerkennung des Einflusses, den die Organe, von welchen die Haargefäße nur integrirende Theile ausmachen, vermöge ihrer Lebendigkeit ausüben.

§. 759. Wir haben bereits gesehen, daß die erste Bildung des Gefäßsystemes durch die Anziehungskraft, welche die Organe auf das Blut ausüben, bestimmt wird (§. 440, g), wie dies auch die neueren Untersuchungen von Baumgärtner (Nr. 533. S. 79 fgg.) dargethan haben. Es ist nämlich Thatsache, daß Gehirn und Rückenmark sich zu einer Zeit bilden, wo es noch kein Blut giebt: die Blutbewegung beginnt bei Fröschen (ebd. S. 41) und Salamandern (ebd. S. 58) erst sieben bis acht Tage nach der Bildung von Gehirn und Rückenmark, bei Forellen erst 25 Tage nach derselben (ebd. S. 23). Eben so bilden sich Haut und Sinnesorgane, Muskeln und Knochen, Verdauungs- und Athmungsorgane, Leber und Speicheldrüsen aus organischer Urmasse und nehmen erst späterhin Blut in sich auf (§. 440, e). Wenn dieses zu ihnen strömt, so kann es nicht durch die Kraft des Herzens mechanisch dazu bestimmt seyn, denn sonst würde es sich nach allen Seiten hin gleichförmig verbreiten und nach Maaßgabe des

Raumes, des Druckes und der Schwere ergießen. Es vertheilt sich aber an die verschiedenen Organe, indem es in Strömchen durch die organische Urmasse sich Wege bahnt, die, anfangs Rinnen, allmählig zu feststehenden, mit eigener Wandung versehenen Canälen werden. So sind denn die Adern nichts anderes als die bleibende Spur der ursprünglichen Bewegung, der beharrliche Ausdruck der Beziehung des Blutes zu den verschiedenen organischen Theilen. Nun zeigen die Gestaltungsverhältnisse des Adersystems offenbar, daß die mechanischen Momente nur einen sehr untergeordneten Einfluß ausüben, daß vielmehr die Zahl, der Durchmesser, die Länge, die Form der Verästelung in jedem Organe auf eine dessen eigenthümlicher Qualität und Bedeutung entsprechende Weise besonders bestimmt sind. Jede Arterie theilt sich z. B., ehe sie in ein Organ tritt, in Äste, um dasselbe in seiner ganzen Ausdehnung zu umfassen und ihm in allen Puncten Blut zuzuführen: diese Äste aber senken sich sogleich in die Substanz aller plastischen Organe ein und verzweigen sich in ihr, während sie am Gehirne die Oberfläche umspinnen, daselbst sich verzweigen und nur ihre feinsten Reiser in die Substanz dieses Organes einsenken. Dicht neben einander entspringen die Nierenarterien und die Samenarterien, und die Verschiedenheit ihres Durchmessers entspricht nicht der Größe der Organe, welchen sie Blut zuführen, wohl aber der Function derselben, der Quantität und Qualität ihrer Secretionen. In jedem Organe hat der Verlauf, die Verzweigung und die Verbindung der Haargefäße einen eigenthümlichen Typus der Bildung, so daß ein geübtes Auge an einem Injectionspräparate von der Größe einer Quadratlinie erkennt, von welchem Organe es genommen ist. — Dies überzeugt uns, daß nicht nur die organische Masse das Blut anzieht und seinen Lauf bestimmt, sondern daß auch jedes Organ auf eine seiner Natur entsprechende Weise das Blut anzieht und seine Strömung modificirt. Je nachdem ein Organ seiner Bestimmung und Wesenheit nach mehr oder weniger lebendig ist, zieht es auch nach den ersten Momenten seiner Bildung mehr oder weniger Blut an und erhält dadurch eine entsprechende Zahl und Stärke der Gefäße. So nimmt mit der höheren Entwickelung des Gehirnes in der Thierreihe auch sein Reich-

thum an Blutgefäßen zu (Nr. 464. III. S. 110), und wenn die dem Mechanismus dienenden fibrösen Membranen wenig oder gar kein rothes Blut führen, so hängt dies nicht von dem engen Durchmesser der Gefäße ab, sondern davon, daß sie vermöge der Stufe ihrer Lebensthätigkeit mehr dem Blutwasser als den Blutkörnern verwandt sind: mit Wasser verdünntes Blut, welches Buniva bei lebenden Thieren in die Arterien spritzte, drang nie in ein seröses Gefäß; wurde aber das Thier durch Durchschneiden des Rückenmarkes getödtet, so wurde dies Blut durch die Injection in die sonst farblosen Haargefäße der Beinhaut, der Flechsen und der Hornhaut getrieben (Nr. 180. Nr. 31. p. 55). [Zusätze von J. Müller. Das Verhältniß der Gefäßrinnen zu den Substanzinseln ist sehr verschieden. Bei jungen Thieren sind weniger und relativ stärkere Strömchen, und größere Maschen als bei erwachsenen. In den Lungen der Salamander und Frösche sind nach den Untersuchungen von Cowper, Spallanzani, Wedemeyer, Prevost und Dumas, so wie nach meinen eigenen die Substanzinseln außerodentlich klein gegen die Stärke der Ströme, ja selbst absolut nicht größer als letztere, oft kleiner; eben so ist es in der Chorioïdea, wie gute Injectionen zeigen. In gefäßarmen Theilen sind die Maschen außerordentlich groß gegen die Ströme. Bei den Insecten giebt es fast gar keine Verzweigungen, und jedes Glied hat nur einen einfachen zuführenden und einen abführenden Strom, die an seinem Ende oder früher umbiegen, wie Carus gezeigt hat, und wie ich bei einer jungen Scutigera sehe; eben so ist es nach Gruithuisen bei den Daphnien. Bei dem Blutegel und bei den Mollusken hingegen verhalten sich nach meinen Beobachtungen die Capillargefäße ganz wie bei den höheren Thieren. Beim Menschen variirt der Durchmesser der feinsten Capillargefäße von $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{4000}$, selbst $\frac{1}{5000}$ Pariser Zoll. Die feinsten hat man im Gehirne beobachtet, wo sie nach Webers Messungen $\frac{1}{5100}$ = 0,00019 P. Z. im Durchmesser haben. Nach meinen Messungen haben sie in den Nieren 0,00037 bis 0,00058, in der Iris 0,00037 bis 0,00047, in den Ciliarfortsätzen 0,00053. Weber fand ihren Durchmesser in der Schleimhaut des Dickdarmes 0,00033 bis 0,00050, in einer Lymphdrüse eben so, in der äuße-

ren Haut 0,00080, in einer entzündeten Haut 0,00025 bis 0,00050. Bei jungen Thieren sind die Capillargefäße stärker, wie Sömmerrings, Döllingers und meine eigenen Beobachtungen zeigen; Sömmerring hat bewiesen, daß die Gefäßnetze der Chorioïdea beim Kinde selbst asolut dicker sind als beim Erwachsenen, und bei den Thieren nicht der Körpergröße entsprechen, vielmehr bei den kleinsten Thieren eben so stark sind als bei den größten. Dasselbe wußte man bereits von den Blutkörnern, die bei den niederen Thieren relativ und selbst absolut größer sind als beim Menschen, und nach Hewson, Schmidt, Prevost und Dumas beim Embryo größer als bei erwachsenen Thieren, nach Weber aber bei Froschlarven noch einmahl so klein als bei Fröschen sind. — Die dichtesten Netze von Capillargefäßen mit den feinsten Maschen zeigen sich, außer der Chorioïdea, den Kiemen, den Lungen, der Leber und den Nieren, vorzüglich in den Schleimhäuten, der Lederhaut, den Muskeln, dem Gehirne und Rückenmarke. Viel seltnere Netze und größere Maschen zeigt die Injection in Knorpeln, Knochen, Sehnen und Bändern; im Museum von Fremery zu Utrecht sah ich Knorpel der Rippen, des Kehlkopfes und der Luftröhre injicirt: sie waren durch und durch von feinen Gefäßnetzen mit sehr großen Maschen durchzogen.]

§. 760. In seinem ersten Beginnen offenbart sich das Leben in seiner ganzen Macht und schafft sich den Leib, an dem es als ein Beharrliches offenbar werden will, aus freier Hand; mit dieser leiblichen Begränzung hat es nun ein Substrat gewonnen, woran es geknüpft ist: aber nimmer erlischt die ursprüngliche Kraft. So werden denn auch die ursprünglichen Strömungen des Blutes, wie sie durch die Anziehungskraft der Organe gegeben sind, allmählig zu feststehenden Bahnen, in deren Gleise es, durch den Impuls des Herzens getrieben, dahin rollt: aber der Mechanismus wird nie alleinherrschend, und der Umlauf des Blutes kein Schlendrian, vielmehr richtet sich derselbe fortdauernd nach dem Lebenszustande der verschiedenen Organe a) So ändert er seine Richtung wie das Leben selbst. Die Gefäße der Halskiemen verschwinden, wenn die der Bauchkiemen sich entwickeln (§. 442, b. c), und wie die Lungen in das Leben treten, wendet sich der Blutstrom zu ihnen und

von den Nabelarterien ab (§. 508); zu seiner Zeit strömt mehr Blut zu den Knorpeln (§. 427, b, c), zu den Zähnen (§. 536, c), zu den Genitalien (§. 557); nach der Befruchtung zu den Eierstöcken (§. 290, c), während der Schwangerschaft zum Fruchthälter (§. 346, a). b) Wenn eine Arterie unwegsam geworden ist, so erweitern sich die Nebenzweige, werden zu gleicher Zeit verlängert und mehr geschlängelt und führen durch Anastomosen den darunter liegenden Gebilden die ihrer Lebendigkeit entsprechende Blutmenge zu, wie oben (§. 713, d) nachgewiesen ist. Daß dies nicht durch den Andrang des Blutes mechanisch bedingt wird, vielmehr das zu der unwegsamen Arterie tretende Blut durch die Venen zurückkehren könnte, wird durch die Erscheinungen, welche nach der Unterbindung bei Amputationen erfolgen (§. 761, b), erwiesen. Also können diese Erweiterungen der Nebenzweige nur dadurch entstehen, daß das gesunde Glied vermöge seiner Lebendigkeit das Blut auch auf ungewöhnlichen Wegen in der ihm entsprechenden Quantität anzieht. Noch deutlicher ist dies bei Organen, die in der Mittellinie liegen und ihr Blut von beiden Seiten her erhalten: wenn Parry (Nr. 466. S. 62) die Carotis der einen Seite unterband, so vermehrte sich binnen wenigen Minuten der Umfang der Carotis auf der anderen Seite von 7 Linien auf 8, und in einem Falle selbst auf 10 Linien, was nur durch die Anziehungskraft des Gehirnes und der übrigen Gebilde des Kopfes bewirkt werden konnte. Wenn Haller (Nr. 152. I. p. 117) die Aorta verwundete oder unterband, so daß der Darm kein Blut mehr durch die Arterien bekam, floß es in den Darmvenen schnell gegen den Darm zurück. c) Es kommt hierbei nicht auf die Größe, sondern auf die Bedeutung des Organes für das Gesammtleben an. Bei der Lungensucht, wo ein großer Theil der Lungen zerstört ist, findet man nach Magendie (Nr. 216. I. p. 105) die noch übrigen Lungengefäße erweitert, so daß ungefähr dieselbe Blutmenge hindurch geht wie durch gesunde Lungen: dies hängt nicht vom Mechanismus ab (§. 716, d), vielmehr davon, daß die noch übrigen Lungenlappen die Function der zerstörten mit übernehmen, weshalb man denn auch bei der Lungensucht keine Abnahme der Röthe am arteriösen Blute bemerkt. d) Bei der Asphyxie stellt man den

Kreislauf wieder her durch Reizung der Haut (z. B. durch Frottiren), oder der Nasenschleimhaut (z. B. durch Ammonium), oder der Lungen (z. B. durch Eintreiben von Sauerstoffgas): da keine Erfahrung dafür spricht, daß die Reizung dieser Organe einen solchen consensuellen Einfluß auf den Herzschlag ausübt, um denselben, wenn er aufgehört hat, wieder erregen zu können, so müssen wir annehmen, daß die durch jene Reizung wieder belebten Organe auch das Blut von Neuem in Bewegung setzen und hierdurch nur das Herz zum Schlagen bringen. Wenn Jurine (Nr. 269. p. 58) einen Monoculus durch Eintauchen in Weingeist in Scheintod versetzt hatte und ihn dann wieder in Wasser brachte, so sah er zuerst wieder Bewegungen im Darme, dann in den Antennen und Zeugungsorganen, hierauf erst im Herzen und zuletzt in den Gliedmaaßen. e) Nach Parrys (Nr. 466. S. 124) Beobachtungen hören die Carotiden beim Eintritte der Asphyxie später auf, zu pulsiren, als andere Arterien und fangen bei neuer Belebung früher wieder an. Man kann dies davon ableiten, daß das Blut hier mehr als in anderen Arterien die Richtung, in welcher es aus dem Herzen gestoßen wird, beibehält, und daß also der directe Stoß des Herzens gegen den Kopf wirkt (§. 746, g). Indeß ist nach Legallois (Nr. 419. I. p. 380) Erfahrungen eine Stetigkeit der Blutsäule in den Arterien zur Wiederbelebung erforderlich, denn hatte die Asphyxie so lange gedauert, bis die Carotiden sich größtentheils entleert und nicht mehr prall waren, so fand er eine Wiederbelebung unmöglich. Sollte nun die Blutsäule bei ihrer Stetigkeit nach allen Richtungen gleich stark auf ihre Wandung drücken, so könnten wir jene Erscheinung nur so deuten, daß das Gehirn mächtiger als andere Organe das Blut anzieht. f) Eine ungleiche Frequenz des Pulses in verschiedenen Theilen ist selten beobachtet worden. Wenn aber in dem von Zimmermann beobachteten Falle, wo der Puls der rechten Radialarterie 55 schwache, und der der linken 90 starke Schläge machte (Nr. 102. II. 2te Abth. S. 299), weder ein Irrthum der Beobachtung, noch eine mechanische Localursache der Erscheinung zum Grunde lag, so würde dies nur durch eine ungleiche Anziehung des Blutes zu erklären seyn.

§. 761. Wo die Beziehung der außerhalb des Gefäßsystemes liegenden Organe zum Blute auf mechanische oder dynamische Weise vermindert oder aufgehoben ist, wird auch der Blutlauf daselbst geschwächt oder unterbrochen. A) Dies ist zuvörderst der Fall, wenn der freie Zusammenhang einer Arterie mit dem Organe, dem sie Blut zuführen soll, unterbrochen oder aufgehoben ist. a) Aus einer durchschnittenen Arterie strömt das Blut nach mechanischen Gesetzen (§. 726, a) mit größerer Schnelligkeit und selbst in entgegengesetzter Richtung, und wenn nicht eine andere Kraft entgegenwirkte, so könnte die Blutung nicht eher aufhören, als nachdem die Entleerung der Arterien so weit gediehen, daß sie keinen Druck mehr auf das in ihnen noch übrige Blut ausüben können, und der Herzschlag aufhört. Gleichwohl hört die Blutung viel früher von selbst auf, oder läßt sich durch einen mäßigen Druck mit dem Finger stillen, während sonst zu Unterdrückung der Pulsation einer Arterie ein viel stärkerer Druck erfordert wird. Einen Antheil daran hat die Verkürzung der Arterie, wobei sie von den umliegenden Theilen zusammengedrückt wird (§. 734, e): allein dies ist nur ein untergeordneter Umstand, denn man sieht bei Operationen, wie Wedemeyer (Nr. 529. S. 402) bemerkt, daß die ersten Strömungen beträchtlich stärker sind als die späteren, was von der Lage der Arterie nicht abhängen kann; die Schenkelarterie eines Hundes, welche Verschuir (Nr. 487. p. 86) durchschnitten hatte, und die bald aufgehört hatte, zu bluten, selbst nachdem durch einen Druck auf ihren oberen Theil wieder Blut ausgetrieben worden war, blutete nicht, ungeachtet sie in der Strecke eines halben Zolles von der Wunde ganz frei präparirt war, das Herz stark und schnell schlug, und sie selbst bei jedem Pulsschlage sich verlängerte. Verschuir leitet dies von der Zusammenziehung der Mündung ab: allein diese geht wohl schwerlich bis zur völligen Verschließung (§. 734, b) und müßte jedenfalls durch die Kraft des Herzens überwältigt werden; das Blut fließt in Haargefäßen, die weniger als $\frac{1}{100}$ Linie im Durchmesser haben, und es stockt von selbst in durchschnittenen Arterien, deren Durchmesser mehrere Linien beträgt, und die schwerlich sich so weit wie jene Haargefäße verengern können. Die Mündung wird durch einen Blutpfropf verschlossen, aber

dieser bildet sich erst, wenn das Blut schon stockt, und entsteht auch, wenn die Mündung offen bleibt (Nr. 497. p. 22); auch ist er anfangs sehr weich, leicht beweglich und müßte, wenn das Blut überhaupt gegen ihn andrängte, durch die Gewalt des Herzens leicht ausgestoßen werden, was doch nicht der Fall ist: ein Mann, welchem Sarlandière (Nr. 510. p. 48) einen Arm amputirt hatte, kam eine Stunde darauf mit entblößtem Stumpfe zu ihm, und die Wunde hatte, ungeachtet die Ligaturen mit dem Verbande abgerissen waren, auch kein Gerinnsel von extravasirtem Blute sich vorfand, nicht geblutet. Bell (Nr. 497. p. 9—20) erkennt, daß das Aufhören der Blutung aus mechanischen Gründen sich nicht erklären läßt, und leitet es von einer Anziehungskraft ab, welche die Wände der Arterien auf das Blut ausüben: allein hierzu müßte der Grund nachgewiesen werden, warum diese Kraft erst nach der Durchschneidung sich äußert. Vielmehr scheint diese Erscheinung nur darauf zu beruhen, daß das Blut in der durchschnittenen Arterie kein Ziel mehr hat, von keinem Organe mehr angezogen wird und daher von ihr sich ablenkt, weil es durch ihre nächsten Nebenzweige von den Organen, mit denen sie in unverletztem Zusammenhange stehen, angezogen wird. Wir finden also hier einen Conflict der lebendigen Anziehung mit dem Drucke der Wandung und der vom Herzen gestoßenen Blutsäule: nur wo die Arterie einen großen Durchmesser hat und daher die Strömung stärker ist, wird das mechanische Moment überwiegend; im entgegengesetzten Falle behauptet sich das dynamische Moment und erhält das Leben durch Stillung der Blutung. Daher kommt es, daß die durchschnittene Arterie früher aufhört, zu bluten, wenn man sie durch Kneifen, Quetschen oder Drehen tödtet, ungeachtet ihre Mündung dabei offen bleibt (Nr. 497. p. 9). Sie hört nach Velpeau auf, zu bluten, wenn man sie kaum einige Stunden lang zusammendrückt, oder wenn man die Spitze einer Sonde, das Ende einer Darmsaite u. dergl. m. in sie einbringt, oder wenn man sie eine Strecke lang frei präparirt und ihr Ende umbeugt (Nr. 199. XXIV. p. 117 sqq.) Der Hergang der Heilung solcher Wunden, der besonders von Jones genau beobachtet worden ist, beweist die Richtigkeit dieser Ansicht. Zuerst steht das Blut

von der Wunde aus bis zum nächsten Zweige und bildet durch seine Gerinnung einen Pfropf (Thrombus): so fand z. B. Bell (ebd. p. 18) nach einer Schußwunde, deren Blutung von selbst aufgehört hatte, das Blut einen Zoll lang in der Arterie geronnen. Das Serum des Gerinnsels fließt aus der Mündung ab (ebd. p. 19), wodurch das Offenstehen der letzteren bewiesen wird; der Cruor zieht sich in die Wandungen der Arterie und färbt sie dunkelroth; der Faserstoff wird erweicht und resorbirt. Die Arterie aber füllt sich in ihrem beziehungslosen Theile, oder von der Wunde bis zum nächsten unverletzten Zweige herauf, nicht mehr mit Blute, sondern verwächst durch die aus den Gefäßen ihrer Wandung ergossene plastische Lymphe; diese Strecke wird allmählig ligamentös und endlich ein bloßer Faden, oder auch, wie namentlich van Hoorn (Nr. 540. p. 29 sq.) beobachtete, ungefähr am zehnten Tage nach der Durchschneidung, durch die Eiterung abgestoßen, ihr unterstes Ende an der Mündung mag unterbunden seyn oder nicht. Bei Lungensüchtigen findet man in den Lungen oft große Eiterhöhlen, in welche unversehrte Gefäßzweige frei hereinhängen, ungeachtet eine Blutung entweder gar nicht Statt gefunden, oder doch nicht getödtet hat (Nr. 591. S. 273). — Endlich hat Kaltenbrunner (in Nr. 361. I. S. 305—309) Beobachtungen angestellt, in welchen unsere Ansicht selbst als empirische Thatsache gegeben wird. Wurde eine große Arterie im Gekröse von Fröschen oder Ratzen durchschnitten, so stürzte Blut von allen Seiten, auch durch rückgängige Bewegung aus den Zweigen, herbei und ergoß sich in einem gleichförmigen Strahle; bald verminderte sich aber sowohl die zuströmende als auch die rückströmende Bewegung zur Wunde, es entstand eine Fluctuation, und das Blut ergoß sich nur remittirend, dann intermittirend, dann in immer längeren Pausen, endlich gar nicht mehr, indem die Strecke von der Wunde bis zum nächsten unverletzten Aste kein vollständiges Blut mehr bekam, sondern nur Blutwasser enthielt; an dem Winkel, wo der Blutstrom in den unversehrten Ast sich umbog, entstand ein Wirbel, und wurde aus demselben bisweilen ein Blutkorn in die beziehungslose Strecke geschleudert, so tanzte es hier so lange herum, bis es wieder vom Strome ergriffen und in den unversehrten Ast geführt

wurde. Aus durchschnittenen kleineren Zweigen flossen kaum einige Blutkörner, indem sich das Blut in den nächsten anastomosirenden Ast ergoß, der sich schnell erweiterte und die ganze Blutwelle von dem beziehungslosen Zweige ableitete. Eben so versiechten die Strömchen in durchschnittenen Haargefäßen, indem die Blutkörner nicht mehr in den verwundeten Zweig eintraten, sondern an seiner Mündung vorübergingen, und er selbst bald unscheinbar wurde. b) Wenn man eine Arterie unterbindet, so muß nach mechanischen Gesetzen das Blut in der Strecke zwischen dem letzten freien Zweige und der Unterbindung stocken und sich anhäufen; dies ist auch der Fall, aber nur für kurze Zeit, denn bald nimmt diese Strecke, da sie ihre Beziehung zu einem lebendigen Theile verloren hat, dieser also nicht mehr anziehend wirkt, kein Blut mehr auf, wie dies schon frühere mikroskopische Beobachtungen gelehrt haben. Reichel (Nr. 486. p. 11) sah in einem unterbundenen Zweige der Gekrösarterie die Blutkörner bei jeder Diastole des Herzens nach dem Stamme zurückkehren, und endlich fast alle in andere Zweige des Stammes übergehen; ferner (ebd. p. 17) der eine Zweig einer Arterie schwoll nach der Unterbindung anfänglich etwas an, wurde aber, indem sein Blut in den anderen freien Zweig überging, bald entleert und nahm kein Blut mehr auf, ungeachtet er weit offen stand (und unstreitig Blutwasser enthielt), ja wenn bei Verstärkung des Blutstoßes durch convulsivische Bewegungen des Thieres einige Blutkörner in ihn getrieben worden waren, so kehrten sie alsbald wieder um. So beobachtete auch Haller (Nr. 152. I. p. 74. 189), daß nach Unterbindung einer Arterie das Blut sich anhäuft, und, wenn über dem Bande keine Zweige sind, wie an der Aorta, das Herz gewaltsam klopft, sonst aber das Blut in die Nebenzweige abfließt, und die beziehungslose Stelle leer bleibt und verwächst. So verwächst auch nach der Operation des Aneurysma die Arterie oberhalb der Unterbindung bis zu ihren nächsten freien Zweigen, und diese erweitern sich dabei (§. 760, b); daß Letzteres nicht eine mechanische Wirkung ist, geht daraus hervor, daß bei Amputationen die Nebenzweige, da sie ebenfalls durchschnitten, also beziehungslos geworden sind, sich nicht erweitern, vielmehr sich entleeren und verwachsen. Carminati (in Nr. 579. I. p. 264) behauptet sogar, man finde

eine doppelt unterbundene Arterie darum gemeiniglich nicht ganz mit Blut gefüllt (§. 715, c), weil nach Anlegung des ersten Bandes kein Blut mehr einfließt, denn wenn man sie gleichzeitig an zwei Stellen unterbinde, so finde man sie ganz gefüllt. Besonders lehrreich ist Wardrops Entdeckung, daß ein Aneurysma, unterhalb dessen man die Arterie unterbunden hat, augenblicklich schwächer pulsirt, an Umfang abnimmt und allmählig verwächst (Nr. 196. XVI. S. 155): es ist hier augenscheinlich, daß das Aneurysma nicht durch die Stoßkraft des Herzens, sondern durch die Anziehungskraft der Organe Blut empfängt. c) Wie die Unterbindung wirkt auch die Verstopfung einer Ader. Wedemeyer (Nr. 529. S. 196 fg.) sah z. B. Haargefäße, deren letzte Enden durch Gerinnsel verschlossen waren, von Blutkörnern leer, und wurde ein solches einmahl durch den Strom herein geschleudert, so oscillirte es darin, bis es wieder in den Stamm zurückkehrte. Haller (Nr. 152. I. p. 85) sah, daß, nachdem sich das Blut in einer aneurysmatischen Ausdehnung der Gekrösarterie angehäuft hatte, ohne abzufließen, der Stamm über der Ausdehnung endlich ganz leer wurde. So kann auch ein in die Arterie gedrungener fremder Körper den Blutlauf hemmen, ohne ihn mechanisch zu hindern: nach den Beobachtungen von Velpeau braucht man in eine Arterie von der Stärke einer Schreibfeder nur eine Nähnadel einzustechen und zwei bis vier Tage liegen zu lassen, um eine Verschließung der Ader durch ein festes Gerinnsel zu bewirken (Nr. 196. XXIX. S. 169). B) Wenn sich die Lebensthätigkeit eines Organes vermindert, so vermindert sich auch der Zufluß des Blutes zu demselben. Selbst der Gehalt hohler Organe scheint einen Einfluß zu haben: wenigstens deuten Spallanzanis (Nr. 493. p. 163) Beobachtungen darauf hin, nach denen der Blutlauf an der Gallenblase sogleich aufhörte, als sie durch eine kleine Öffnung entleert worden war, und (ebd. p. 270) zu den luftleeren Lungen wenig oder gar kein Blut floß. d) Gewisser ist es, daß gelähmte Gliedmaaßen weniger Blut aufnehmen, einen kleineren Puls haben, kälter und magerer werden als die gesunden desselben Individuums (Nr. 533. S. 155). So erzählt z. B. Abercrombie (Nr. 550. S. 178 fg.) Fälle von plötzlich eingetretener Lähmung einzelner Glieder, wobei diese

kalt und ohne Puls waren, während in den übrigen Gliedern der Puls kräftig und beschleunigt war; Storer beobachtete eine rheumatische Lähmung des einen Armes, wo bei Normalität auf der anderen Seite der Puls erst an der Hand und endlich auch in der Achsel aufhörte, und Otto (Nr. 572. I. S. 315) bemerkt, daß man die Arterien lange gelähmter Glieder bisweilen verengt findet. e) Als Baumgärtner (Nr. 533. S. 149) den durchschnittenen Hüftnerven eines Frosches so lange galvanisirt hatte, bis die Reizbarkeit der Muskeln des Beines erloschen war, hörte auch der Blutlauf in der Schwimmhaut auf. f) Beim Brande findet man, wie Petit zuerst bemerkte, die Arterien entweder mit geronnenem Blute gefüllt oder leer, so daß große brandige Theile abfallen können, ohne zu bluten; so fand Thomson (in Nr. 185. I. S. 448 fg.) bei einem Brande des Unterschenkels die Schenkelarterie bis vier Zoll oberhalb des Brandes mit Blutgerinnsel gefüllt, und dieses erstreckte sich bei einem Brande des Oberschenkels bis zum Ursprunge des Gefäßes aus der Hüftarterie. Es ist wohl möglich, daß bisweilen, wie z. B. Andral (Nr. 571. II. p. 373) beim kalten Brande der Greise behauptet, diese Stockung des Blutes die Ursache des Brandes ist; aber schwerlich dürfte dies auch von der Leerheit der Arterien gelten, die, wie unter Anderen auch Wedemeyer (Nr. 529. S. 402) bemerkt, hier ebenfalls oft beobachtet wird; es ist daher anzuerkennen, daß, wenn in einem Theile die Lebendigkeit erlischt, auch das Blut in seinen Arterien entweder ausgetrieben und durch kein frisches ersetzt wird, oder stockt und gerinnt.

§. 762. Der alte und vollkommen wahre Satz: ubi stimulus, ibi affluxus, hat keinen andern Sinn als: wie die Lebensthätigkeit eines Organes erhöht wird, zieht es auch mehr Blut an, woraus natürlich folgt, daß jedes Organ für immer durch seine Lebendigkeit einen Gegensatz zum Blute bildet und seinen Lauf bestimmt. So strömt der Lebenssaft, wo er noch keine bleibende Richtung hat (§. 714, f) bald dahin, bald dorthin, je nachdem die Lebensthätigkeit in diesem oder in jenem Theile steigt, und so geht der Trieb der Pflanzensäfte immer nach den Theilen, worauf äußere Potenzen gerade am meisten wirken (Nr. 100. IV. S. 58). a) Es strömt aber mehr Blut nicht allein zu der durch Wärme, Reibung,

Druck oder irgend einen anderen äußeren Reiz erregten Stelle, sondern auch zu jedem Organe, während es seine Function mit größerer Energie vollzieht. Dies ist offenbar der Fall bei den Organen des animalen Lebens: bei lebhafter und anhaltender Geistesanstrengung äußert sich die vermehrte Strömung des Blutes zum Gehirne durch Röthe und Hitze des Kopfes, durch ein Gefühl von Vollheit, ja zuweilen selbst durch sichtbares Klopfen der Carotiden und Anschwellen der Halsvenen (Nr. 464. III. S. 107 fg.); bei lange fortgesetztem, angestrengtem Betrachten kleiner Gegenstände wird das Auge roth, und man fühlt es voller; den vermehrten Blutgehalt plastischer Organe als Begleiter einer Steigerung ihrer Lebensthätigkeit erkennen wir vorzüglich in den schon (§. 760, a) angegebenen Erscheinungen im Verlaufe des Lebens. b) Durch die Vermehrung der Blutmenge müssen die Haargefäße erweitert werden, so daß sie, wenn sie zuvor nur eine Reihe Blutkörner faßten, jetzt mehrere Reihen führen und daher durch ihre Röthe sichtbar werden, wie z. B. an der Bindehaut des Auges nach Reizung oder angestrengtem Sehen (§. 703, b). Diese Erweiterung der Haargefäße sahen bei mikroskopischer Untersuchung Hastings (in Nr. 185. VI. S. 228) nach Anwendung von Ammonium, salzsaurem Ammonium und salzsaurem Natrum, Wedemeyer (Nr. 529. S. 243) nach dem Galvanisiren, und mehrere Andere. So sieht man auch die Hautvenen des Fußes in einem warmen Fußbade, oder die eines eiternden Theiles bei Betupfung des Geschwüres mit einem Ätzmittel anschwellen. c) Wenn die Haargefäße eines weichen, dehnbaren Gebildes voll sind, so erscheint dieses natürlich voluminöser, und wenn zugleich seine Cohäsion kräftig ist, und seine Federkraft der Ausdehnung entgegenwirkt, so ist es prall und widerstrebt dem äußeren Drucke. Dieser Zustand findet im Allgemeinen während des Lebens Statt und schwindet im Tode (§. 633, i. 634, B), wird daher als Lebensturgor (turgor vitalis) bezeichnet. Als Ausdruck reger Lebendigkeit ist er eine Art Lebensmesser, und eines Steigens oder Sinkens im Organismus überhaupt, so wie in den einzelnen weichen Gebilden fähig; vorzüglich aber äußert sich ein solcher Wechsel in einigen Gebilden, deren Function ihrem Wesen nach nur in einzelnen Zeitmomenten ein-

tritt: dahin gehören einerseits die Zeugungsorgane (§. 164, a. 240, a, c. 297, b), namentlich die Eierstöcke (§. 298, c. 328, e), die Eileiter (§. 328, b), der Fruchthälter (§. 346, a, b. 348, c), der Fruchtgang und die Schamlippen (§. 348, b. 487, a. 489, f), die Brustwarzen (§. 519, g), die Hoden (§. 240, a), der Hodensack (§. 88, h) und das Zeugungsglied (§. 278, c); andererseits peripherische Organe, in welchen der psychische Zustand sich äußert, als die Hautkämme (§. 183, A. 247, c, g) bei verschiedenen Thieren, beim Menschen aber die Haut des Gesichtes, die beim Schamgefühle mit Röthe übergossen und beim Zorne glühend und von angeschwellten Venen durchzogen wird. Selbst am Gehirne zeigt sich eine Turgescenz: wenn es während des Lebens aus einer Schädelwunde hervorragte, so findet man es nach dem Tode eingesunken, und mit ihm senken sich die Schwämme der festen Hirnhaut und werden flach, wie die Lebensthätigkeit, z. B. in Folge hitziger Fieber, abnimmt; umgekehrt sieht man, daß bei verstärktem Blutlaufe, z. B. durch Fieber, Genuß geistiger Getränke und Gemüthsbewegungen, das Gehirn anschwillt und aus Schädelwunden stärker hervortritt (Nr. 464. III. S. 31 fg.). Das sogenannte erectile Gewebe dieser einer Turgescenz fähigen Gebilde charakterisirt sich durch die Möglichkeit eines stärkeren Wechsels von Blutgehalt, welche theils durch einen größeren Reichthum an Zellgewebe, theils durch Dehnbarkeit oder wirkliche Erweiterungen der Adern gegeben wird. d) Hebenstreit (Nr. 536) sah die Turgescenz als die Wirkung einer besonderen lebendigen Kraft an, vermöge deren gewisse Theile im Zustande der Reizung sich entfalten und ausdehnen, so daß nun die Säfte leicht in sie dringen: allein die erhöhte Thätigkeit eines festen Gebildes äußert sich nur durch Zusammenziehung, denn die Erhöhung der Lebendigkeit kann in nichts Anderem bestehen, als daß Jedes das, was es seiner Natur nach ist, in höherem Grade wird, das Contrahirte noch mehr contrahirt, das Expandirte noch mehr expandirt. Die Turgescenz geht nicht von den Gefäßen, sondern von den außerhalb derselben liegenden Gebilden aus: diese bilden bei Steigerung ihres Lebens als die organische Substanz in fester Form einen stärkeren Gegensatz zu derselben Substanz in flüssiger Form, oder dem Blute, und

ziehen dieses in größerer Menge an, während die Haargefäße nachgeben und sich erweitern. Die Spannung kann zunehmen, indem einerseits das Blut sich mehr expandirt, oder auch der expansible seröse Dunst im Zellgewebe sich mehrt, andererseits der Tonus der ausgedehnten Haargefäße und des übrigen Gewebes reagirt: aber die Anfüllung bleibt immer die Hauptsache, denn das injicirte Zeugungsglied ist einem erigirten ähnlich, die injicirten Eileiter bewegten sich eben so wie turgescirende (§. 328), und an einem glücklich injicirten Kopfe, wie ihn z. B. der Meister im Injiciren, Ruysch, zuzubereiten verstand, vermißt man nichts von dem natürlichen Lebensturgor. Der Tonus (§. 735, b) selbst ist nichts Anderes als eine niedere und allen lebendigen Theilen zukommende Form des Lebensturgors: er beruht auf der Spannung zwischen dem Gewebe und den darin enthaltenen Säften, indem das feste Gewebe durch diese ausgedehnt wird und sich dagegen zusammenzuziehen strebt. e) Wir haben nun einen Gegensatz zwischen den Wandungen der Haargefäße und dem sie umgebenden organischen Gewebe: sind jene vorwaltend, so verengeren sie sich (§. 736), und überwiegt die Lebendigkeit von diesem, so erweitern sie sich. Es wäre möglich, daß einige Reize stärker auf das eine, andere stärker auf das andere Element wirkten: Thomson (in Nr. 185. I. S. 437) sah nach Anbringung von Ammonium auf die Schwimmhaut des Frosches nur Verengerung, nach Kochsalz nur Erweiterung der Haargefäße. Indessen scheint solche Verschiedenheit mehr durch die Stärke der Reizung und den Grad der Reizbarkeit bestimmt zu werden: warmes Wasser, auf den Fuß eines Frosches applicirt, brachte nach Hastings (ebd. VI. S. 230) anfangs Verengerung, bei anhaltender oder öfters wiederholter Anwendung aber Erweiterung der Haargefäße hervor, und wurde dann Eis aufgelegt, so erfolgte wieder Verengerung; umgekehrt wurde durch Eis anfangs eine Verengerung, dann Ausdehnung und hierauf durch laues Wasser oder Terpentinöl wieder Verengerung der Gefäße bewirkt. f) Wie Thomson und Hastings sahen auch Wedemeyer (a. a. O.), Österreicher (Nr. 524. S. 64. 129) und Andere eine Verlangsamung des Blutlaufes in den durch starke Reize afficirten Theilen. Für die Folge der Erweiterung (§. 727,

a) können wir dies nicht halten, denn wenn das Blut ebenso rasch durch die Venen wieder abflösse, als es durch die Arterien zugeströmt ist, so würde es zu keiner Erweiterung der Haargefäße kommen; mithin muß der Blutlauf in den turgescirenden Theilen ursprünglich verlangsamt und der Abfluß durch die Venen beschränkt seyn, wie wir dies in Beziehung auf das Zeugungsglied schon (§. 278, c) bewiesen haben. Das schwellbare oder erectile Gewebe zeigt neben verhältnißmäßig sehr engen und in sehr feine Haargefäße übergehenden Arterien starke Venen, welche, mit einander anastomosirend, ein vielfach verflochtenes Netz mit zahlreichen, am zelligen Gewebe des Organes angehefteten Erweiterungen bilden (Nr. 569. I. S. 446). Wie nun in diesem Venenneße das Blut bei der Turgescenz sich sammelt, so erfolgt nach Lauth zum Theil Ähnliches beim Errōthen: er fand nämlich, daß beim Einspritzen rother Masse in die Arterien des Gesichtes die Haut gleichförmig geröthet, beim Einspritzen in die Venen aber die Wangen hochroth wurden, Kinn, Nasenspitze und Stirn weniger, und das übrige Gesicht noch weniger sich röthete. Da nun kein mechanisches Verhältniß zu erkennen ist, wodurch der Blutlauf in den Venen erschwert würde, so bleibt nichts übrig, als in dieser Erscheinung das Gesetz anzuerkennen, daß das Blut an dem lebendiger gewordenen Theile länger haftet, oder daß die Verwandtschaft zwischen Festem und Flüssigem erhöht ist. g) Die ihre Gränzen überschreitende, krankhafte Steigerung dieses Zustandes giebt die Entzündung. Hier strömt das Blut von allen Seiten, also auch in rückgängiger Bewegung, zu dem in abnormer Aufregung begriffenen Theile, fließt daselbst langsamer, dehnt die Haargefäße aus, so daß sie statt einer Reihe Blutkörner deren drei oder vier führen und, wenn sie zuvor durchsichtig waren, jetzt durch ihre Röthe sichtbar werden; im Centrum der entzündeten Stelle stocken endlich die Blutkörner und kleben zusammen, so daß ihre Begränzung sowohl gegen einander, als auch gegen das umliegende Gewebe unscheinbarer wird, während am Umkreise ein schnellerer Blutlauf fordauert, die Arterien zum Theil auch heftiger pulsiren, und, wenn die Entzündung dem Grade und dem Umfange nach sehr bedeutend ist, auch der Herzschlag und die Frequenz des Pulses vermehrt wird. [Zusätze von J.

Müller. Bei den von Thomson, Hastings und Anderen angestellten Versuchen mit Anwendung von Reizen auf die Capillargefäße hat man interessante Thatsachen kennen gelernt, allein nicht immer richtige Schlüsse daraus gezogen; Österreicher und Kaltenbrunner scheinen hierbei glücklicher gewesen zu seyn. Die Ausdehnung der Capillargefäße und kleinen Arterien, welche bei Anwendung von gelinden Reizen, wie von verdünntem Weingeiste, verdünntem Ammonium und Kochsalz, erfolgt, ist, wie Österreicher bemerkt, nicht das Ursprüngliche; sondern die Reizung bedingt eine größere Wechselwirkung zwischen Substanz und Blut, und die Erweiterung der Capillargefäße ist bloß die Folge der stärkeren Strömung nach dem Parenchym. Am Froschherzen bewirkte ich oft mit einem schwachen galvanischen Reize oder auch bloß durch Reiz der Nadel eine ganz örtliche Anhäufung von Blut, die nur einige Secunden anhielt und wie ein tief dunkelrother Fleck aussah. Wenn andere Mittel, wie Ammonium nach Thomson, Zusammenziehungen oder Verengerungen der Capillargefäße bewirkten, so war dies kein Act der Zusammenziehung von Seiten der lebendigen Gefäße, sondern eine chemische Einwirkung. Eine und dieselbe Substanz kann, verdünnt, reizend wirken und Anhäufung verursachen, während sie, concentrirt, nur ihre chemische Wirkung äußert und Zusammenschrumpfung hervorbringt. Die adstringirenden Mittel aber wirken auf letztere Weise auch im verdünnten Zustande. Die Kälte und andere, innere Ursachen bewirken eine Entleerung der Capillargefäße, weil sie die Wechselwirkung zwischen Substanz und Blut schwächen: dann zeigt sich das Phänomen der Gänsehaut, indem in der collabirten Haut die vielen zerstreuten Haarbälge und folliculi sebacei wie Körnchen hervortreten. Bei der Entzündung findet eine durch Irritation bedingte, krankhafte Wechselwirkung zwischen Substanz und Blut in den Capillargefäßen Statt, und diese scheint das Wesen der Entzündung zu seyn, welche weder eine Sthenie, noch eine Asthenie ist und bei sehr verschiedenen Zuständen der Lebenskräfte vorkommt. Nach Kaltenbrunners schönen Untersuchungen, die sich bei der Wiederholung vollkommen bestätigen, findet in der Entzündung zuerst ein vermehrtes Zuströmen des Blutes nach dem gereizten Theile, und dadurch Erweite-

rung der Capillargefäße, später Unregelmäßigkeit der Circulation in den überfüllten Capillargefäßnetzen, zuletzt vollkommene Stockung des Kreislaufes und Desorganisation Statt, indem dasjenige, was einen Theil organisirt macht, nämlich die Vertheilung der Substanz in Strömchen und Substanzinseln, aufhört. Die durch Irritation bedingte krankhafte Wechselwirkung zwischen Substanz und Blut wirkt wieder auf das Blut im Ganzen zurück und bedingt die Disposition zur **crusta inflammatoria** des aus der Ader gelassenen Blutes. Hat der entzündete Theil freie Oberflächen, so kann eine Exsudation plastischer Lymphe eintreten, die sich wieder organisiren kann. Ist aber der überfüllte, entzündete Theil parenchymatös, so bleibt es bei der Aufhebung des Unterschiedes von Strömchen und Substanzinseln, und man nennt es Induration. Die Eiterung erfolgt in einem späteren Stadium und gehört nicht hierher; sie entsteht bei fortdauernder Entzündung um das gänzlich Schadhafte, welches abgestoßen wird. — Jede Reizung der Substanz, welche nicht schon chemisch wirkt, bedingt ein Zuströmen des Blutes; schwächende Ursachen bewirken Collapsus und Inanition der Capillargefäße. Der geringste Reiz in der Conjunctiva bewirkt Anfüllung der Haargefäße, ohne daß man dies von einer Bewegung in den Gefäßstämmen, auf welche der Reiz nicht wirkt, erklären könnte; die leidenschaftliche Aufregung bewirkt bald Blaßwerden der Haut, bald das Gegentheil, schnell aufsteigende Röthe. Alle erectilen Theile nehmen in der Reizung mehr Blut auf. Die Haut collabirt und wird trocken, sobald die lebendige Wechselwirkung zwischen Substanz und Blut bei adynamischen Fiebern geschwächt ist. Alles dies geschieht auf eine vom Herzen unabhängige Weise. Beim Embryo treten partielle Anhäufungen von Blut in verschiedenen Organen nach einander, je nach ihrer successiven Ausbildung, ein; ja der Anfang der Blutbildung und Strömung geschieht im Umfange der Keimhaut, unabhängig vom Herzen, durch Wechselwirkung des Blutes mit der virtuellen Substanz. Die Erklärung dieser Erscheinungen erfordert nur die Annahme einer solchen Wechselwirkung, nicht aber einer dem Blute für sich eigenthümlichen Propulsionskraft, welche durch nichts erwiesen wird.]

§. 763. Wenn es durch die bisherigen Betrachtungen erwiesen

ist, daß die Organe das Blut anziehen und seinen Lauf in den Arterien bestimmen, so bleibt uns noch übrig, den Grund seiner Rückkehr zum Herzen zu untersuchen. A) Walther verglich den Kreislauf mit den Bewegungen der Weltkörper und leitete ihn von dem Gesetze ab, daß alle organische Bewegung kreisend sey, indem ein Centralkörper die äußeren Körper bestimme, um ihn zu kreisen. Dies weiter ausführend, lehrte Wend (Nr. 495. S. 32), die Ellipse sey das Nachbild der primitiven Polarität oder des Gegensatzes zwischen dem Natur-Einen und dem Natur-All, und so werde durch den Kreislauf des Blutes (ebd. S. 38) die sinnliche Indifferenz der Einheit und Unendlichkeit gesetzt; komme der Radius (ebd. S. 52) von dem einen Brennpuncte der Ellipse zum Gränzpuncte derselben, so werde er in den anderen Brennpunct reflectirt, dem zufolge (ebd. S. 71) sey die Aorta die Ausstrahlung von dem arteriösen Brennpuncte, dem sonnigen, linken Herzen, und in ihren Haargefäßen, als dem planetaren Gefäßbasenscheitel, werde das Blut reflectirt und gehe nun durch das Hohlvenensystem, als den Einfall in den planetaren Blutfocus, in das rechte Herz, als den venösen Brennpunct, aus welchem die Lungenarterie ausstrahle, so wie die Lungenvene in den primitiven Brennpunct einstrahle. Da wir indeß weder einen Centralkörper finden, um welchen das Blut kreist, noch auch die beiden Hälften des Herzens als die beiden Brennpuncte einer Ellipse, welche das Blut bei seinem Umlaufe beschreibe, gelten lassen können, so hat die Wissenschaft durch diese Vergleichungen nichts gewonnen. B) Die verschiedenen Organe verhalten sich, insofern sie die letzten Verzweigungen des Gefäßsystemes als integrirenden Theil ihres Gewebes enthalten, zum Herzen wie Peripherie zum Centrum: an beiden Puncten ist erhöhte Lebendigkeit, von welcher in der dazwischen liegengenden Blutbahn nur ein matter Schimmer sich zeigt. Der Kreislauf ist der stetige Ausdruck der gegenseitigen Beziehung von Centrum und Peripherie, wird also durch die Lebendigkeit beider Theile zu Stande gebracht. a) Der Propulsivkraft des Herzens entspricht die Attractivkraft der übrigen Organe. Diese ziehen das Blut an sich, und da es bei Erhöhung ihrer Lebendigkeit an ihnen haftet (§. 762, f), ja selbst seine scharfe Begränzung aufgiebt und eine anfangende

Verschmelzung zu erleiden scheint (ebd., g), so dürfen wir vermuthen, daß die Organe vermöge ihrer Lebendigkeit das Blut in ihre Substanz aufzunehmen und mit sich zu vereinen streben. Im Normalzustande wird aber diese Vereinigung nicht durchgeführt, indem sich das Blut dagegen im Ganzen behauptet, und so bleibt denn ein unerfülltes, darum aber stets reges Streben nach diesem Hergange: die Organe hören nicht auf, Blutkörner an sich zu ziehen, und die, welche schon in Berührung mit ihnen gewesen sind, müssen immer neuen Platz machen. So könnte denn schon die Anziehung, welche die Peripherie auf das Centrale ausübt, dadurch, daß sie ihr Ziel nicht erreicht und daher immer rege erhalten wird, den Rückfluß von den Organen bewirken. Allein wir müssen den letzteren auch eine repulsive Kraft beilegen: denn sie können derselben nicht ermangeln, insofern sie den lebendigen Gegensatz zum Herzen bilden, dieses aber nicht bloß anziehend, sondern auch abstoßend auf das Blut wirkt (§. 723); das Verhältniß beider Kräfte wird aber nach dem Gesetze der Polarität verschieden seyn, und zwar so, daß im Centrum die Repulsivkraft überwiegend ist über die Attractivkraft, und in der Peripherie umgekehrt. Wir haben (§. 739, a) die Thatsache kennen gelernt, daß die Blutkörner, wenn sie nicht mehr unter dem Einflusse des Herzens und der Organe stehen, einander anziehen und dann abstoßen, und wir können dies nur mit den Bewegungen vergleichen, welche durch den Wechsel der elektrischen Polarität bedingt werden. Sollten nicht die Blutkörner gegen die Organe eben so sich verhalten? Alle Wechselwirkung beruht auf Gegensatz: die Organe ziehen die Blutkörner, weil sie ihnen different sind, an; sind sie mit ihnen in Gemeinschaft getreten, so haben sie ihnen ihre Polarität aufgeprägt, und die Folge davon ist, daß sie eben deshalb sie abstoßen. Nach dieser Ansicht wird also das Streben der Organe, sich die Blutkörner zu verähnlichen, zwar nicht materiell durchgeführt, aber dynamisch verwirklicht. Die sinnlich wahrnehmbaren Veränderungen, die das Blut dabei erfährt, haben wir bereits (§. 751) kennen gelernt; fänden sich aber auch keine, so würden wir immer noch Grund haben, einen Wechsel elektrischer Polarität anzunehmen, und läßt sich ein solcher auch nicht durch unsere Elektrometer nachweisen, so ist er darum nicht

zu leugnen, denn er ist in der Attraction und Repulsion der Blutkörner, wie in manchen anderen Erscheinungen, die wir nur aus dem Gesetze elektrischer Wechselwirkung erklären können, ebenfalls nicht mit dem Instrumente zu messen, und übrigens werden wir ja doch nicht in der Rüstkammer der Physiker so versessen seyn, um alle Elektricität nur in unseren Elektrisirmaschinen zu suchen. In unserem Sinne haben bereits Bonorden (Nr. 243. 1827. S. 551) und Baumgärtner (Nr. 533. S. 162 fgg.) eine Attractivkraft und Repulsivkraft in Beziehung auf das Blut angenommen. b) Centrum und Peripherie wirken also beim Kreislaufe gleichzeitig und harmonisch: das Blut in den Arterien wird vom Herzen gestoßen und von den Organen gezogen, das in den Venen aber wird vom Herzen gezogen und von den Organen gestoßen. An der Peripherie, wo Blut und Organe eine chemisch-dynamische Wechselwirkung eingehen, ist auch die Bewegung nur durch dynamische Momente bestimmt; sie ist dagegen mechanisch im Centrum, wo die lebendige Bewegungskraft in ihrer höchsten Steigerung erscheint. Allein es fragt sich, ob nicht das Herz außerdem, daß es als Hohlmuskel oder als Saug- und Druckwerk wirkt, auch als lebendige Masse das Blut bestimmt? Die stärkste mechanische Kraft äußert es im Fortstoßen des Blutes, so daß von einer dynamischen Repulsion wohl kaum eine Spur zu bemerken seyn dürfte. Dagegen könnte die Saugkraft des Herzens durch Attraction seiner Masse unterstützt werden, und dafür scheinen einige Umstände (c, d, e) zu sprechen. c) Barkow (in Nr. 243. 1830. S. 12. 19) sah das Venenblut auch in die geöffneten Venensäcke sich ergießen und nach Ausschneiden des Herzens stille stehen, und nahm an, daß es durch Attraction bestimmt werde. Eben so wurde nach Baumgärtners (Nr. 533. S. 103 fgg.) Beobachtungen der Blutlauf in den Venen durch Zerstechen und Abschneiden des Venensackes nicht gestört, ungeachtet viel Blut aus der Wunde floß; am entscheidendsten war es, daß nach Unterbindung der Arterien (wodurch die Wirkung der vis a tergo aufgehoben wurde) und nach Öffnung des Venensackes (wo keine Saugkraft mehr Statt fand) das Blut fortströmte und, wenn die Öffnung nicht zu groß war, auch die Arterienkammer füllte (also auch nicht durch den Druck der Wan-

dungen gegen die Wunde bestimmt wurde). d) Die Durchschneidung der Venen hebt die Einwirkung des Herzens auf den venösen Blutstrom auf. Haller (Nr. 152. I. p. 95) sah nach Durchschneidung der Gekrösvene das Blut bisweilen nicht aus der Wunde fließen, sondern gegen den Darm fluctuiren, oder (ebd. p. 115) von der Wunde zurückkehren und durch eine andere Vene seinen Lauf zum Herzen nehmen; auch nach Durchschneidung des Gekröses selbst (ebd. p. 119) kam kein Tropfen aus der Wunde, sondern das Blut kehrte um und breitete sich zwischen den Blättern des Gekröses aus. Wenn Kaltenbrunner (in Nr. 361. I. S. 305) eine kleine Vene durchschnitten hatte, so strömte zuerst vermöge des stärkeren mechanischen Momentes (§. 726, a) das Blut von allen Seiten nach der Wunde, fing dann aber an zu fluctuiren, kehrte hierauf um und floß von der Wunde ab, so daß die Vene von der Wunde bis zur Mündung des nächsten unverletzten Zweiges leer, oder mit stockendem und gerinnendem Blute größtentheils gefüllt war; eben so strömte, wenn eine größere Ader bloß angestochen war (ebd. S. 309), das Blut von allen Seiten herbei, dann hörte die rückgängige Strömung auf, indem sie erst fluctuirte, dann plötzlich sich umdrehte und nun in normaler Bahn und an der Wunde vorüberging. Hatte endlich Baumgärtner (Nr. 533. S. 110) eine Vene in der Schwimmhaut des Frosches durchschnitten, so vermied nicht allein das aus den Venenwurzeln nach dem Herzen hin strömende Blut die Wunde, indem es seinen Weg nur durch die unverletzten Nebenzweige nahm, sondern auch das in dem durchschnittenen Zweige schon befindliche kehrte in diese um. e) Nach Unterbindung einer Vene wendet sich das Blut von dem verschlossenen Zweige um und geht durch freie Nebenzweige nach dem Herzen. Dies sahen Haller (Nr. 152. I. p. 90. 205), Spallanzani (Nr. 494. p. 348) und Hastings: dasselbe findet aber auch bei jeder Compression der Hautvenen Statt, indem diese dabei weder stark, noch anhaltend anschwellen.

Einfluß plastischer Functionen auf den Blutlauf.

§. 764. Durch das **Athmen** wird das venöse Blut in arteriöses umgewandelt. a) Die Verhältnisse des Blutlaufes in der

Thierreihe (§. 693—696) zeigen uns diese zwei Formen des Blutes entweder mit einander gemischt, oder von einander geschieden, und im ersteren Falle entweder ohne Athmungsadern, oder mit solchen. Nicht nur bei den niedrigsten Thieren, die überhaupt kein Blutgefäßsystem haben, sondern auch bei den Insecten und niederen Crustaceen fehlen Athmungsadern, d. h. eigene Gefäße, welche das Blut zu den Athmungsorganen und von ihnen zurückführen, so daß beide Formen des Blutes noch gar nicht von einander geschieden sind, und die gleichartige Masse desselben durch das Athmen nur einen Antheil am arteriösen, wie durch die Wirkung der organischen Substanz einen Antheil am venösen Charakter erhält. Wo Athmungsadern sich finden, sind sie entweder einfach oder zweifach. Ersteres ist der Fall, wenn, wie bei allen oder einigen Echinodermen, ein und dasselbe Gefäß das Blut zu den Athmungsorganen und von ihnen zurückführt: der Theil des fluctuirenden Blutes, welcher in den Athmungsorganen arteriös geworden ist, strömt zu der übrigen Masse desselben zurück und vermischt sich mit der, welche durch die Einwirkung der organischen Substanz mehr venös geworden ist. Bei einem wirklichen Umlaufe im Athmungsorgane durch zuführende und abführende Gefäße findet entweder eine totale oder eine partielle Vermischung Statt. Ersteres ist der Fall, wo nur ein einziges Arteriensystem sich findet, dessen Zweige sowohl an die Athmungsorgane, als auch an alle übrige Organe sich verbreiten, während ebenso ein einziges Venensystem das Blut von allen Organen ohne Ausnahme, also arteriöses und venöses mit einander vermischt, zum Herzen zurückführt (§. 695, c). Eine partielle Vermischung tritt ein, wo das Gefäßsystem in eines für die Athmungsorgane und in eines für den übrigen Körper sich scheidet, wo also das von letzterem zurückkehrende venöse Blut in ersterem wieder die arteriöse Natur annimmt, ehe es den verschiedenen Organen zugeführt wird, wo es aber zum Theil auch, ohne in das Athmungsorgan zu treten, entweder in das Herz (§. 695, a) oder in die Aorta (§. 695, b) gelangt, um von da aus im Körper vertheilt zu werden. Eine wirkliche Getrenntheit beider Formen des Blutes endlich findet da Statt, wo jene beiden Systeme nirgends anders als an ihren Enden mit einander zusammenhängen, so daß das venöse

Blut aus den Körpervenen oder dem Hohlvenensysteme in die Athmungsarterien übergeht, in deren Haargefäßen die arteriöse Natur annimmt und so durch die Athmungsvenen zurückkehrt, um durch die Körperarterien oder das Aortensystem den verschiedenen Organen zugeführt zu werden. Hierbei geht der Blutlauf entweder durch ein Herz, oder durch zwei. Ist nur ein einziges Herz, so liegt dasselbe entweder zwischen den Athmungsvenen und der Aorta, empfängt also arteriöses Blut und schickt es in den ganzen Körper (weshalb es auch ein Körperherz oder Aortenherz genannt wird), so daß das von hier zurückkehrende Blut unmittelbar zu den Athmungsorganen geht, mithin ein und dasselbe Gefäß Hohlvene und Lungenarterie zugleich ist (§. 695, d); oder das Herz liegt (als Athmungsherz) zwischen den Hohlvenen und den Athmungsarterien, empfängt also venöses Blut und treibt es zu den Athmungsorganen, von wo das arteriöse Blut durch einen Gefäßstamm, der Athmungsvene und Aorta zugleich ist, an den ganzen Körper vertheilt wird (§. 695, e). Wo zwei Herzen sich finden, liegen sie entweder von einander, wie bei den Cephalopoden, oder in Einheit aufgenommen als die zwei Hälften eines und desselben Organes, wie bei den Vögeln und Mammalien (§. 695, f). b) Auf dieser höchsten Bildungsstufe ist nun das Herz nicht mehr der den Haargefäßen überhaupt gegenüberstehende Wendepunct, sondern ein doppelter Durchgangspunct, hat aber dadurch erst den vollen Charakter eines Centralorganes gewonnen. Es zieht von allen Seiten Blut an und stößt es nach allen Seiten aus; die Wendepuncte aber sind nach der Peripherie verlegt und so geartet, daß jeder derselben nur in einer Richtung anzieht und in der entgegengesetzten abstößt. Die Lungen bilden nämlich einen Gegensatz zum übrigen Körper: wie dieser arteriöses Blut anzieht, es in venöses umwandelt und dann abstößt, so ziehen sie das venöse Blut an, schaffen es in arteriöses um und stoßen dieses ab. So strömt denn das Blut in der einen Richtung von der Körpermasse durch das Hohlvenensystem, das rechte Herz und die Lungenarterien zu den Lungen, von diesen aber in der anderen Richtung durch die Lungenvenen, das linke Herz und das Aortensystem zum gesammten Körper und beschreibt auf diese Weise erst einen vollständigen

Kreis (weshalb es denn auch ungenau ist, von einem großen und einem kleinen Kreislaufe zu sprechen). — Treviranus (Nr. 568. I. S. 398) erkennt es an, daß das Blut, wenn ihm sein Sauerstoff entzogen ist, nach den Athmungsorganen hin bewegt, und wenn es daselbst mit Sauerstoff geschwängert ist, von ihnen abgestoßen wird: eben so wesentlich ist aber auch die entgegengesetzte Wirkungsweise der übrigen organischen Gebilde. F. F. Reuß nahm an, der Blutumlauf werde dadurch zu Stande gebracht, daß das Athmungsorgan als positiver Pol das negativ elektrische, venöse Blut anziehe und das positiv elektrische, arteriöse abstoße; wenn aber auch hierin schon die Anerkennung einer negativen Polarisirung in den Haargefäßen des übrigen Körpers eingeschlossen ist, so wird doch dadurch nur der Kreislauf in seiner höchsten Form, bei Vögeln und Mammalien, nicht aber überhaupt und namentlich bei den niederen Thieren erklärt. c) Wenn der Stoffwechsel bei Umwandlung des arteriösen Blutes in venöses (§. 751. 752) Bewegungen desselben mit sich führt (§. 758—763), so muß nothwendig auch der entgegengesetzte Wechsel der Stoffe in den Athmungsorganen von Bewegungen begleitet seyn. Einige Erscheinungen, die man an Kiemen beobachtet hat, deuten darauf hin. Wenn Hales (Nr. 484. S. 92) ein kleines, von der Kieme einer Muschel abgeschnittenes Stück mit einigen Tropfen Blut in ein Uhrglas brachte, so sah er unterm Mikroskope das Blut in den kleinen Gefäßen und an den Rändern der Kieme in starker Bewegung: mehrere Blutkörner wurden von den Mündungen der durchschnittenen Gefäße abgestoßen und von benachbarten Gefäßen angezogen, während andere um ihren Mittelpunct sich drehten und einander abstießen, so daß Hales diese Bewegungen für elektrische zu erklären bestimmt wurde. Sharpey (Nr. 519) sah, wenn er die abgeschnittene Kieme von Frosch- oder Salamanderlarven im Wasser fixirte, die aus der Schnittfläche getretenen Blutkörner, so wie andere leichte Körper, die im Wasser schwammen, von der Wurzel der Kieme aus längs ihrer Zweige und bis zu deren Spitze schnell fortströmen und dann seitwärts abweichen; war die Kieme frei, so schwamm sie selbst, und zwar die Schnittfläche voraus; ähnliche Strömungen sah er an den Athmungsorganen von Gaste-

ropoden, Muscheln, Amphitriten und Actinien. Huschke sah bei Salamanderlarven das Wasser an den Kiemen in einer dem Sieden ähnlichen Bewegung, während es um andere Körpertheile ruhig floß; an einem abgeschnittenen Stücke von den Kiemenblättern der Malermuschel strömte das Wasser an der einen Seite herauf und dann in einem Wirbel zurück (Nr. 189. 1826. S. 623 fgg.). Carus beobachtete, daß das flüssige Eiweiß, worin der Schneckenembryo schwimmt, von der Stelle, wo das Athmungsorgan liegt, angezogen und weiter vorne wieder abgestoßen wird, wodurch ein Wirbel entsteht, welcher die (§. 377) beschriebenen Bewegungen des Embryo hervorzubringen scheint (Nr. 175. XIII. 2te Abthlg. S. 765). [Zusatz von J. Müller. Auch ich habe die Bewegungen an den Kiemenblättchen von Frosch- und Salamanderlarven gesehen und mich überzeugt, daß sie nicht von einer durch das Thier oder irgend einen seiner Theile bewirkten Erschütterung herrühren. Die im Wasser zufällig enthaltenen Partikelchen fahren senkrecht auf die Blättchen der abgeschnittenen Kieme zu, gehen eine Strecke lang (wie mir schien, in der Richtung des Blutströmchens) an ihnen hin und fahren dann wieder davon ab. Ich bin überzeugt, daß diese Bewegungen von dem das Athmen begleitenden Stoffwechsel ganz aus mechanischen Ursachen entstehen; indem das oxygenirte Wasser nach den Gesetzen der Endosmose Oxygen an das Blut abzugeben, das Blut aber Kohlensäure an das Wasser abzusetzen sucht, oder nach der chemischen Ansicht, indem sich erst Kohlensäure durch Affinität von Sauerstoff und Kohlenstoff bildet, dann aber in allen mit ihr in Verbindung kommenden Flüssigkeiten, also hier im Wasser, sich auszudehnen oder sich mit ihm in das Gleichgewicht der Auflösung zu setzen sucht. Wenn man eine mit Salzwasser gefüllte Lunge oder Harnblase des Frosches in Wasser legt, worin kleine mikroskopische thierische Partikeln schwimmen, so sieht man diese zum Theil sehr langsam auf die Blase zu sich bewegen, zum Theil von derselben sich entfernen, wahrscheinlich in dem Maaße, als sich das Salzwasser der Blase und das reine Wasser der Umgebung durch die Poren der Blase hindurch nach den Gesetzen der Endosmose in das Gleichgewicht der Auflösung zu setzen streben.]

§. 765. Das Athmen hat nach der (§. 764, b) aufgestellten

Ansicht den wesentlichsten Einfluß auf den Blutlauf, und zwar übt es nicht allein eine chemisch=dynamische, sondern auch eine mechanische Wirksamkeit aus, die nicht zu verkennen, aber auch nicht für das wesentliche Verhältniß beider Lebensthätigkeiten zu halten ist. a) Die räumliche Nähe von Herz und Athmungsorganen deutet schon auf die genaue Verbindung der Function beider Organe hin; daß aber die Lungen nicht etwa durch ihre Bewegung den Blutlauf mechanisch bedingen, ergiebt sich schon daraus, das letzterer beim Embryo vor sich geht, ehe Lungen gegeben sind, die durch ihre Bewegung auf ihn einwirken könnten. b) Es findet eine gewisse Übereinstimmung zwischen dem Rhythmns des Athmens und des Herzschlages Statt, so daß im Ganzen genommen bei den Thieren, wo die Athemzüge schneller auf einander folgen, dasselbe auch von den Herzschlägen gilt. Ein Beweis gegen die mechanische Wirksamkeit liegt aber darin, daß beiderlei Bewegungen in Hinsicht auf Frequenz verschieden sind und nicht gleichzeitig erfolgen, und daß unter den Herzschlägen, welche während der verschiedenen Momente eines Athemzuges eintreten, kein Unterschied zu bemerken ist. Wir dürfen im Ganzen annehmen, daß, wo in einer gegebenen Zeit eine größere Quantität Blut in arteriöses umgewandelt wird, auch der Blutlauf schneller, und der Herzschlag frequenter ist. Allein es muß zugleich in Anschlag gebracht werden, daß einerseits die Zahl der Athemzüge keinen allgemeingültigen Maaßstab für die Schätzung der Quantität der Wirkung des Athmens abgiebt, andererseits auch die Frequenz des Herzschlages (§. 716, a) noch durch verschiedene Verhältnisse bestimmt wird. Um wenigstens ungefähr die Proportion auszudrücken, mögen die Angaben über die Zahl der Athemzüge und Herzschläge binnen einer Minute hier stehen, von denen die erste und letzte von Treviranus (Nr. 100. IV. S. 256), die übrigen von Prevost und Dumas (Nr. 185. VIII. S. 319) herrühren.

	Athem	Puls	Proportion
Fische	25—30	22—33	1 : 0,88
Affe	30	90	1 : 3
Hund	28	90	1 : 3,21

	Athem	Puls	Proportion
Kaninchen	36	120	1 : 3,33
Ziege	24	84	1 : 3,50
Pferd	16	56	1 : 3,50
Meerschweinchen	36	140	1 : 3,88
Mensch	18	72	1 : 4
Taube	34	136	1 : 4
Katze	24	100	1 : 4,16
Huhn	30	140	1 : 4,66
Ente	21	110	1 : 5,23
Reiher	22	200	1 : 9,09
Schnecke	$\frac{1}{15}$	30	1 : 450

c) Was die Frequenz einer von beiden Bewegungen vermehrt oder vermindert, wirkt eben so auf die andere: bei starken Leibesbewegungen, Affecten und Fiebern sind beide beschleunigt; im Schlafe ist die Frequenz beider geringer (§. 606, a, h), eben so im Winterschlafe (§. 612, a, b); Treviranus (a. a. O.) sah bei Schnecken, deren Gehäuse er zum Theil abgebrochen hatte, daß Athmen und Herzschlag gleichförmig durch Wärme oder Sauerstoffgas vermehrt, und durch Kälte oder mephitische Luft vermindert werden. Indessen ist bei manchen Krankheiten der Herzschlag beschleunigt ohne entsprechende Veränderung des Athmens, und umgekehrt, und beide nehmen nicht immer in gleichem Verhältnisse ab, wie denn z. B. Wedemeyer (Nr. 243. 1828. S. 343) bei winterschlafenden Igeln 18 bis 20 Herzschläge in der Minute zählte, während gar keine Athmungsbewegung bemerklich war. d) Beschleunigung des Athmens hat Beschleunigung des Blutlaufes zur Folge: indem dadurch mehr hellrothes Blut gebildet wird, wird dasselbe von den Organen stärker angezogen; es wird ferner das Herz dadurch mehr gereizt und zu einer häufigeren Pulsation erregt, so wie auch auf mechanische Weise bestimmt, denn wenn die Lungen durch reichlichere Anziehung und Ausstoßung von Blut zunächst die Lungenarterienkammer und den Lungenvenensack in stärkere Thätigkeit versetzen, so muß die Aortenkammer und der Hohlvenensack dies Verhältniß theilen. Da das Athmen durch den

Willen bestimmt werden kann, so ist es möglich, den Herzschlag dadurch willkührlich zu beschleunigen; doch gehört dazu schon eine bedeutende Anstrengung. e) Wenn das Athmen erschwert ist, so bewegt sich das Herz mit großer Anstrengung, und wenn dieser Zustand anhaltend ist, z. B. bei Emphysem der Lungen, so werden seine Wandungen entweder durch eine der Anstrengung entsprechende Ernährung verdickt, oder durch die überwiegende Blutmasse erweitert (Nr. 505. S. 123. 463); ja es sind Fälle vorgekommen, wo durch heftige Anstrengungen die Flechsenfäden der Herzklappen oder die Zitzenmuskeln zerrissen sind (Nr. 571. II. p. 307). f) Bei stockendem Athmen wird der Blutlauf schwächer, und hört nach einiger Zeit auf. Wenn Emmert (Nr. 184. V. S. 404) das Athmen eine Minute lang unterdrückte, so machte das Herz fünf bis sechs Schläge weniger; wenn er bei Kaninchen die mit Luft gefüllten Lungen unterband, so wurde der Puls groß, selten und nach vier Minuten sehr schwach; waren die Lungen vor der Unterbindung von Luft entleert, so war der Puls schon nach zwei Minuten seltener, und nach acht Minuten erloschen; wurde aber durch das Zusammenfallen der Lungen bei Öffnung der Brusthöhle das Athmen gänzlich gehemmt, so dauerte der Puls nur vier Minuten lang. Der Blutumlauf in den Lungen wird nämlich nur durch die Wechselwirkung mit der Luft belebt; ist diese aufgehoben, so fließt das Blut eine Zeit lang nur durch den mechanischen Impuls des Herzens in ihnen um; letzteres fährt in seiner Thätigkeit noch fort und treibt das aus den Lungen empfangene Blut in das Aortensystem, wie Bichat (Nr. 559. p. 266) bewiesen hat; aber da dieses Blut nicht gelüftet ist, so wird es von den Organen weniger angezogen, und man findet daher, wenn der Tod in diesem Momente erfolgt, schwarzes, weniger gerinnbares Blut in den Arterien, wie z. B. Emmert in den obigen Fällen bemerkte. Erfolgt die Erstickung langsamer, so fließt das Blut gar nicht mehr in den Lungen, aber das Herz fährt ebenfalls noch einige Zeit fort zu wirken, zieht das Blut aus den Lungenvenen an und treibt es durch das Aortensystem: man findet dann die Lungenvenen, das linke Herz und das Aortensystem ganz leer, dagegen das Hohlvenensystem, das rechte Herz und die Lungenarterien strotzend voll, und

bisweilen zwei= oder dreimahl so stark ausgedehnt als im Normalzustande. Sonach beruht denn das Aufhören des Blutumlaufes durchaus nicht auf einem mechanischen Grunde: das Blut wird, wie wir später sehen werden, nicht durch Mangel an Raum gehindert, durch die Lungen zu fließen. Auch liegt der Grund nicht in Tödtung des Herzens durch Aufnahme von schwarzem Blute in seinen Höhlen, wie Goodwyn glaubte; denn Bichat (Nr. 559. p. 215 sq.) brachte das schon ruhende Herz durch Einspritzen von schwarzem Blute, oder von Wasserstoffgas oder kohlensaurem Gas wieder zum Schlagen. Aber eben so wenig ist die Vernichtung des Herzschlages durch Aufnahme von schwarzem Blute in die Kranzarterien die Ursache, wie Bichat (ebd. p. 211 sq.) annahm, vielmehr schlägt das Herz noch eine Zeit lang, nachdem der Blutumlauf schon aufgehört hat. Dieser wird also nur dadurch aufgehoben, daß das Blut nicht gelüftet und daher weder von den Lungen abgestoßen, noch von den übrigen Organen angezogen wird; nach dem Erlöschen dieser dynamischen Momente wirkt das mechanische Moment des Herzschlages noch fort, erlischt aber endlich auch. Am deutlichsten ist dies Verhältniß bei den Fröschen: wenn man bei ihnen die Lungen unterbindet, oder sonst die Athmung derselben unterbricht, so dauert der Blutlauf fort, ja das Herz schlägt, indem es durch die Luft gereizt wird, bisweilen noch stärker, wie Bichat (Nr. 559. p. 224) beobachtete, denn die Hautathmung ist, wie Treviranus (Nr. 166. I. S. 101) bemerkt, dabei nicht unterbrochen; wird aber diese ebenfalls gehemmt, so hört der Blutlauf auf, wie denn Spallanzani (Nr. 493. p. 299) sah, daß das Blut in den Gekrösarterien, wenn er den Frosch in Schwefeldampf brachte, sogleich fluctuirte, dann stockte und nach Entfernung des Dampfes wieder zum Darme floß. g) Der stockende Blutumlauf wird durch neu beginnendes Athmen wieder erweckt. John Hunter bemerkte eines Tages, daß sein Herz nicht schlug, und daß sein Athmen stockte: er strengte sich an, zu athmen, und der Puls erschien wieder. So stellt man bei Menschen, die durch Erstickung scheintodt sind, den Blutumlauf durch Einblasen von Luft in die Lungen wieder her; und durch dasselbe Mittel erreicht man, wenn auch nur vorübergehend, diesen Zweck bei Thieren, die man

durch einen Schlag auf den Kopf, oder durch Abschneiden des Kopfes nach Unterbindung der Adern am Halse getödtet hat. Die letztere Erfahrung wurde zuerst von Vesal, dann von Hook gemacht (Nr. 95. III. p. 247) und ist unter dem Namen des Hookschen Experimentes oder des künstlichen Athmens bekannt. Brodie (in Nr. 184. S. 140 fgg.) sah bei einem Hunde, dem er den Kopf abgeschnitten hatte, das Herz 20 Minuten lang wie im Leben 130 mahl, nach einer Stunde 112 mahl, nach anderthalb Stunden 30 mahl, und bei einem anderen noch nach drittehalb Stunden 35 mahl in der Minute schlagen; bei Kaninchen schlug es eine Stunde lang, wie im Leben, 140 mahl, nach 1½ Stunde 136 mahl, und nach 1¾ Stunden 90 mahl in der Minute. Die Wiederbelebung des Herzens beruht nicht darauf, daß das Blut durch die von der Luft ausgedehnten Lungen wieder zu ihm fließt, denn sie hängt von der chemischen Qualität und nicht von der mechanischen Wirkung der Luft ab: treibt man kohlensaures Gas in die Lungen, so wird das Herz dadurch nicht zum Schlagen gebracht; bläst man Luft, die man ausathmet, ein, so ist der Erfolg ungewisser, als wenn man frische Luft einspritzt; Sauerstoffgas ist noch wirksamer als atmosphärische Luft; endlich ist der Erfolg sicherer und stärker, wenn man sich eines doppelten Blasebalges bedient, wo die in Berührung mit den Lungen gewesene Luft wieder ausgezogen und durch ganz frische ersetzt wird, als bei einem einfachen Blasebalge, wo dieselbe Luft immer von Neuem in die Lungen getrieben wird. Die chemische Wirkung der Luft beim künstlichen Athmen erkennt man augenscheinlich an der hellen Röthung des Blutes: so sah Wilson (Nr. 563. S. 56 fg.) bei einem Kaninchen nach Zerstörung des Gehirnes das Athmen aufhören, den Herzschlag fortdauern, aber schwarzes Blut aus der Carotis treiben: bei künstlichem Athmen kam hellrothes Blut aus dieser Arterie; beim Aussetzen des Lufteintreibens dunkles, und bei neuem künstlichem Athmen wieder hellrothes. Das Athmen erscheint auf solche Weise als ein chemisch-organischer Hergang, der organische Materie und erneuerte Einwirkung von Luft voraussetzt. Indem nun durch das Athmen der eine Wendepunct ins Leben zurückgerufen wird, so wird der Blutlauf wieder hergestellt: die Lungen ziehen Blut aus dem

rechten Herzen und treiben es in das linke; das Herz wird dadurch belebt und treibt das Blut in der vorhandenen Bahn. Diese Wirkung ist aber nur die vorübergehende Äußerung eines partiellen Lebens (§. 634, F): die Reste der Lebendigkeit, wodurch die Lungen das Blut anziehen und abstoßen, und wodurch das Herz sich bewegt, werden erschöpft, da kein Ersatz durch das Gesammtleben mehr Statt findet, und da namentlich das höhere Lebensmoment, die Nerventhätigkeit, aufgehoben ist. — Es scheint zu einseitig zu seyn, wenn Legallois (Nr. 560. p. 43 sq.) hier bloß den Einfluß des Gehirnes in Betracht zieht, denn seine Behauptung, daß das Leben bei künstlichem Athmen nach Abschneiden des Kopfes gerade so lange dauern kann als nach Durchschneidung des Lungenmagennerven, ist nicht gegründet.

§. 766. Beim gewöhnlichen Ein- und Ausathmen bemerkt man keine deutlichen Veränderungen des Blutlaufes; wohl aber treten diese hervor, wenn das eine Moment der Athmung besonders stark und gewaltsam, oder von ungewöhnlich langer Dauer ist, und man kann schon daraus schließen, daß auch im Normalzustande ähnliche Veränderungen, nur in geringerem Grade, vor sich gehen, wie dies denn auch durch Vivisectionen zum Theil bestätigt wird. A) Ist nun unsere Theorie von den chemisch-dynamischen Bestimmungsgründen des Blutumlaufes eine wahre Naturanschauung, so werden sich aus ihr folgende Verhältnisse ergeben, wie ich sie schon an einem anderen Orte (Nr. 464. III. S. 39 fgg.) angegeben habe. Indem sich die Lungen beim Einathmen mit Luft füllen, werden sie der Brennpunct des Kreislaufes, ihr Leben wird gesteigert, das Blut strömt stärker zu, um mit der neu eingetretenen Luft in Wechselwirkung zu treten; das Lungenherz (Lungenarterienkammer und Hohlvenensack nebst den Hohlvenen) führt also mehr Blut und ist vorwaltend thätig, indeß das Körperherz verhältnißmäßig schwächer wirkt, denn indem der Lungenvenensack weniger Blut empfängt, kann auch die Aortenkammer wenig durch das Aortensystem den übrigen Organen zuführen, und in diesen ist jetzt die Ebbe des Blutlebens. Beim Ausathmen hingegen culminirt der den Lungen entgegengesetzte Wendepunct des Kreislaufes: sie stoßen zugleich mit der umgewandelten Luft das gelüftete Blut aus; das

linke Herz, dadurch stärker erregt, wirkt kräftiger, und indem das lebendiger gewordene Blut zugleich von den Organen stärker angezogen wird, breitet es sich über die organischen Systeme aus, während das Lungenherz minder thätig ist, und die Hohlvenen mehr Blut empfangen, als sie in das Herz überführen können. Auf diesem lebendigen Wechsel beruht die Normalität des Kreislaufes: wird ein Moment überwiegend, so wird letzterer erschwert, und es treten endlich bei zu langem Einathmen, z. B. beim Nisus, so wie bei zu langem Ausathmen, z. B. beim Schreien, die gleichen Erscheinungen hervor, denn das Blut häuft sich in den Hohlvenen an, weil die Lungen im ersten Falle bei fortdauernder Berührung der atmosphärischen Luft zu wenig Blut ausstoßen, und im zweiten Falle bei Mangel frischer Luft zu wenig in sich aufnehmen. Um nun die einzelnen Thatsachen, die sich hierauf beziehen, durchzugehen, so bemerken wir a) fürs Erste, daß beim Einathmen das Blut stärker in die Lungen einströmt, so daß bei Wunden derselben die Blutung jetzt stärker wird (Nr. 95. III. p. 246). Es haftet aber hier und fließt nicht in gleicher Menge ab: so sah Reichel (Nr. 486. p. 15) beim Frosche die Bewegung desselben in den Haargefäßen der Lungen beim Einathmen fast ganz aussetzen und dadurch, wie Defermon (Nr. 423. XVII. p. 314) bemerkt, seine Berührung mit der Luft verlängern, beim Ausathmen hingegen reichlicher durch die Lungenvenen abfließen. Auch Williams sah, wenn er einem Thiere während des Einathmens die Luftröhre zusammenschnürte, das Blut mit großer Gewalt durch das rechte Herz in die Lungenarterien strömen, aber nicht durch die Lungenvenen in das linke Herz fließen (Nr. 196. VI. S. 56). Haller (Nr. 152. I. p. 82) und Spallanzani (Nr. 493. p. 361) sahen die Lungenarterien beim Einathmen länger werden und in einen Bogen sich strecken, beim Ausathmen aber sich verkürzen und zusammenkrümmen. b) Beim Einathmen entleert sich das rechte Herz nebst den Hohlvenen vollkommener. Haller (Nr. 152. I. p. 137 sq.) sah diese Entleerung an der oberen und unteren Hohlvene, so wie an den Drosselvenen; die letzteren sah Marx (Nr. 500. p. 73) beim Hunde während des Einathmens sich so verengern, daß ihr Durchmesser von 2¼ auf 1¾ Linie sank.

Barry (Nr. 516. p. 57) brachte eine Sonde von elastischem Gummi in die Drosselvene gegen das Herz gerichtet und befestigte daran eine Glasröhre, die am anderen Ende in ein Gefäß mit Indigotinctur getaucht war: diese Flüssigkeit stieg bei jedem Einathmen in der Röhre auf und blieb beim Ausathmen stehen oder sank. Drückt man eine geöffnete Drosselvene nicht zusammen, so dringt nach Magendies (Nr. 216. I. p. 191 sq.) Beobachtungen beim Einathmen Luft in das Herz; bei Unterbindung der Carotis vermeidet man nach Heidelhofer (Nr. 423. XIV. p. 113) die Verletzung dieser Vene, wenn man sie durch mehrmahliges starkes Einathmen entleeren läßt. — Beim Ausathmen tritt wenig Blut in die Lungen, und es erfolgt eine Anschwellung der Hohlvenen, die sich bald mehr, bald weniger über die Äste derselben verbreitet. An mageren Personen sieht man schon bei mäßig starkem Ausathmen die Drosselvenen anschwellen; bei starkem Schreien, Lachen, Husten u. s. w. erstreckt sich die Anschwellung über sämmtliche Venen des Kopfes, zum Theil auch des übrigen Körpers; bei Thieren sah sie Bourdon (Nr. 512. p. 68) selbst bis über die Schenkelvenen und Gekrösvenen sich erstrecken; er sah auch (ebd. p. 65) bei Hunden während des Bellens die Hohlvenen anschwellen. Die Überfüllung des Hohlvenensystemes beruht auf Beschränkung seiner Entleerung in die Lungen, so daß zum Theil das Blut selbst aus dem rechten Herzen zurückgedrängt wird: Haller (a. a. O. p. 137. 141. 203) sah es beim Ausathmen in der oberen Hohlvene bis zum Halse, und in der unteren bis zur Leber zurückfließen; Cotugni (Nr. 579. VII. p. 176 sq.) will selbst eine Pulsation der Blutleiter des Gehirnes, isochronisch mit der der Arterien, bemerkt haben und glaubt, der beim Ausathmen stärker angefüllte Lungenvenensack treibe das tuberculum Loweri (§. 708, a) weiter in den Hohlvenensack herein, so daß das Blut der oberen Hohlvene gegen den Kopf zurückgetrieben werde, während das der unteren sich freier in das Herz ergieße; hatte Magendie (a. a. O. p. 136) eine elastische Hohlsonde durch die Drosselvene in die Hohlvene und selbst bis in das Herz gebracht, so floß beim Ausathmen Blut durch die Sonde aus. Aber auch die stärkere Zuströmung aus dem Aortensysteme kann Antheil daran

haben; wurde die Drosselvene oder Schenkelvene eines Hundes (ebd. p. 137) unterbunden und von der Unterbindung aus gegen die Peripherie oder die Venenwurzeln hin angestochen, so floß das Blut bei starkem Ausathmen stärker aus, wie auch bei dem gewöhnlichen Aderlasse Husten oder eine andere Form stärkerer Ausathmung die Blutung vermehrt. — Diese Wirkungen auf das Hohlvenensystem sind am deutlichsten, wenn eine Diastole des Herzens mit dem Einathmen zusammentrifft, wo die Halsvenen sich bisweilen so sehr entleeren, daß sich ihre Wände an einander legen, und wenn die Systole mit dem Ausathmen zusammentrifft; im entgegengesetzten Falle sah Magendie (ebd. p. 135) nur unregelmäßige Bewegungen in den Drosselvenen. — Poiseuille hat das quantitative Verhältniß der Entleerung und Anfüllung der Venen beim Ein- und Ausathmen durch Beobachtungen an Hunden, bei welchen er eine graduirte Röhre an einer Vene befestigt hatte, zu ermitteln gesucht. War die Röhre an der Drosselvene angebracht, so sank die Flüssigkeit darin beim Einathmen 90 Millimeter unter 0 und stieg beim Ausathmen auf 85 Millimeter über 0, die Differenz betrug also 175 Millimeter oder gegen 6½ Zoll; bei heftigem Schmerze und gewaltsamer Anstrengung sank sie beim Einathmen bis auf 250 unter 0 und stieg beim Ausathmen auf 140 über 0, so daß die Differenz 390 Millimeter oder über 14 Zoll betrug; wurde ein an die Luftröhre angebrachter Hahn nach dem Ausathmen geschlossen, so erfolgte ein Sinken bis auf 160 Millimeter unter 0, und beim Schließen nach dem Einathmen ein Steigen bis auf 120 über 0. An der hinteren Hohlvene erfolgten dieselben Erscheinungen; dagegen in den weiter von der Brust abwärts gelegenen Venen der Gliedmaaßen hatte entweder das Athmen gar keinen Einfluß, oder wenn ein solcher sich zeigte, so bestand er darin, daß das Ausathmen ein höheres Steigen, und das Einathmen ein Sinken, jedoch nie unter 0 bewirkte (Nr. 216. X. p. 277—289).

c) Beim Einathmen empfängt das Aortensystem weniger, beim Ausathmen mehr Blut. So fand Poiseuille (Nr. 245. VI. p. 70) die Kraft der arteriösen Strömung beim Einathmen vermindert, beim Ausathmen vermehrt; wenn Bichat (Nr. 559. p. 223) die Carotis eines Thieres geöffnet hatte, so sprang beim

Schreien oder gewaltsamen Ausathmen das Blut stärker heraus; wenn beim Nasenbluten durch den Mund geathmet wurde, so flossen nach Bourdon (Nr. 512. p. 77) binnen 30 Secunden beim Einathmen 10 bis 12, beim Ausathmen 15 bis 16 Tropfen aus, und durch langes Einathmen wurde die Blutung unterdrückt. Blutungen, die nach Amputationen schon gestillt worden sind, treten beim Husten wieder ein, und so zerreißen auch Aneurysmen bisweilen während eines starken Ausathmens. Durch das längste Ausathmen vermag ich keine Veränderung meines Pulses hervorzubringen; dieser verschwindet aber gänzlich, wenn ich anhaltend einathme. B) Es ist sonach klar, daß das Wesen dieser Verhältnisse auf dem lebendigen Gegensatze der beiden Wendepuncte des Kreislaufes beruht: da aber der Mechanismus überall im Dienste des Lebens sich zeigt, so äußert er sich auch hier als befördernd und unterstützend. Wo die mechanische Wirkung stärker hervortritt, wie beim Nisus, beim Erbrechen u. s. w., kann sie selbst das normale dynamische Verhältniß stören, so daß der Blutlauf überhaupt gehemmt, und eine Überfüllung in beiden Wendepuncten desselben herbeigeführt wird. d) Beim Einathmen wird die Brusthöhle erweitert, und die Adern bekommen in den ausgedehnten Lungen mehr Raum, so daß das Blut hier weniger Druck findet und sich daselbst mehr sammelt, wie denn Spallanzani bei seinen mikroskopischen Beobachtungen fand, daß jedes Organ im ausgedehnten Zustande mehr Blut führt als im zusammengezogenen (§. 727, a), und man nach Senac (Nr. 489. II. p. 134) die Gefäße aufgeblasener Lungen leichter injiciren kann. Beim Ausathmen wird die Brusthöhle verengt und die zusammengezogenen Lungen müssen mehr Blut austreiben als aufnehmen, wie es denn auch durch die Versuche von Lamure, Haller (Nr. 152. I. p. 133) und Magendie (a. a. O. p. 136) erwiesen ist, daß man durch äußerliche Zusammendrückung des Brustkastens bei einem lebenden Thiere eine stärkere Strömung im Aortensysteme hervorbringen kann. Allein man darf nicht glauben, daß durch diese Zusammenziehung der Blutlauf wirklich gehemmt wird, denn die Lungen bleiben auch nach dem stärksten Ausathmen immer noch durch Luft hinlänglich ausgedehnt, um Blut durchströmen lassen zu können. Goodwyn

bemerkte, wenn er bei Hunden $\frac{1}{3}$ der Brusthöhle mit Wasser gefüllt hatte, bei bedeutender Erschwerung des Athmens bisweilen keine Störung des Blutlaufes; wenn Bichat (Nr. 559. p. 206) die Luft mit einer Spritze ausgezogen, also die Lungen viel mehr als beim Ausathmen entleert hatte, sah er dennoch eine Zeit lang das Blut aus der Carotis spritzen, also durch die Lungen gehen, und (ebd. p. 209) wenn diese nach Öffnung der Brusthöhle zusammengefallen waren, sah er doch noch den Blutlauf einige Minuten lang fortdauern. e) Das Herz steigt mit dem Zwerchfelle beim Einathmen herab, beim Ausathmen herauf und zieht eben so die Gefäßstämme mit sich, wie Haller (Nr. 152. I. p. 154. 203) beobachtete. So sah er die hintere Hohlvene der Katze beim Einathmen sich entleeren und drei Linien weit in die Bauchhöhle nach hinten rücken, bei dem Ausathmen aber sich wieder füllen und vorwärts treten. Wie schon Portal (Nr. 173. 1768. p. 554) erkannte, und neuerdings Parry (Nr. 466. S. 2. 91) beobachtete, steigt eben so der Bogen der Aorta mit den Carotiden und Schlüsselbeinarterien beim Einathmen tiefer in die Brust, beim Ausathmen gegen den Kopf; so stimmt denn auch hier (b) das Einathmen mit der Diastole, und das Ausathmen mit der Systole des Herzens (§. 710, a) überein. Aber man kann von diesen Bewegungen nicht die Veränderungen des Blutlaufes in den Lungen ableiten, denn es bedarf nur einer mäßig starken, aber gleichförmig anhaltenden Athmungsbewegung, um den Kreislauf zu stören. f) Das Zwerchfell kann unmöglich, wie Haller (Nr. 152. I. p. 140) behauptet, beim Einathmen die Hohlvene zusammenpressen, sondern muß sie vielmehr, wie auch Autenrieth (Nr. 97. I. S. 287) anerkannt hat, mit dem viereckigen Loche seiner centralen Sehne auseinanderziehen und erweitern. So kann es auch beim gewöhnlichen Einathmen nicht, wie Bland (Nr. 196. XII. S. 20) behauptet, die Aorta zusammenschnüren, wohl aber mag dies beim Nisus der Fall seyn: dieser ist indeß nicht geeignet, uns über das Verhältniß des Blutlaufes beim Athmen zu belehren, und seine Anwendung hat daher zu irrigen Behauptungen Anlaß gegeben. Beim Nisus nämlich ist das Wesentliche allerdings eine Einathmungsbewegung, indem das Zwerchfell herabgezogen wird:

allein es ist zugleich eine Ausathmungsbewegung, indem die Bauchmuskeln mit Anstrengung zusammengezogen werden. Die übrigen Muskeln des Rumpfes und die, welche von ihm zu den Gliedern sich erstrecken, nehmen mehr oder weniger Antheil, und so erscheint der Nisus als ein allgemeines Strammen der Rumpfmuskeln, durch welches vorzüglich die Bauchhöhle zusammengepreßt, also auch, wie Bland behauptet, die Aorta gedrückt, überhaupt aber der Blutlauf gehindert wird. Bei diesem gewaltsamen Zustande also, wo die mechanischen Momente übermächtig werden, wird der Puls anfangs stärker und frequenter, dann klein und unregelmäßig; das Blut springt höher aus einer geöffneten Arterie, und es können Aneurysmen entstehen oder zerreißen, indem das Blut an einer Stelle eingeklemmt ist und sich nicht frei verbreiten kann. Gesicht und Hals schwellen an, werden roth und dann blau: es entsteht eine Stockung in den Haargefäßen; hat man eine wunde, oder entzündete, oder eiternde Stelle der Haut an irgend einem Theile des Körpers, so fühlt man beim Nisus, z. B. bei der Darmausleerung, Hitze und Schmerz darin, und zwar nicht erst nach einiger Zeit, sondern augenblicklich. Aber eben so ist der Eintritt des Blutes in die Lungen gehemmt: die verschiedenen Zweige der Hohlvenen schwellen an und bersten bisweilen; auch kann das rechte Herz dadurch erweitert werden. Wir sehen also hier nur ein dem Aussetzen des Athmens entsprechendes Stocken des Blutes in seinen beiden Wendepuncten zugleich. — g) Das Haften des Blutes in den Lungen während des Einathmens leitete Boerhaave davon ab, daß es durch die Anfüllung derselben mit Luft gehindert werde, frei in ihnen umzulaufen: allein Haller (Nr. 95. III. p. 245) zeigte, daß dieser Druck der Luft gegen die Kraft des Herzens so gut als gar nicht vorhanden ist, und widerlegte noch die Meinungen, daß der Druck der Luftröhrenzweige, oder die Ausdehnung der erwärmten Luft, oder die Verunreinigung derselben den Blutlauf in den Lungen hemme (ebd. p. 254—258). C) Endlich hat man noch in unseren Tagen den Blutlauf von den mechanischen Verhältnissen des Athmens abhängig machen wollen. Nach Carsons (Nr. 496. p. 112) Meinung sind die Lungen durch die Luft gewaltsam ausgedehnt und streben, sich durch ihre Elasticität

zusammenzuziehen; indem sie (ebd. p. 118) hierdurch einen leeren Raum bilden, heben sie einen Theil des Druckes der Atmosphäre auf das Herz auf, befördern also seine Diastole und erschweren die Systole, verhalten sich mithin als Antagonisten seiner Muskeln; sind nun (ebd. p. 124) die Arterienkammern durch die Systole entleert, so muß, um das Gleichgewicht gegen den äußeren Druck zu erhalten, durch den Druck der Atmosphäre auf sämmtliche Gefäßstämme neues Blut eingetrieben werden; aus den Arterien kann es aber wegen der Klappen nicht in das Herz treten; da hingegen (ebd. p. 131) ein Theil des atmosphärischen Druckes auf das Herz überhaupt durch die Elasticität der Lungen, und auf die Venensäcke durch die Systole der Arterienkammern aufgehoben ist, so findet das Blut der Venenstämme im Herzen weniger Widerstand und fließt dahin. Eben so behauptet Barry, der Grund des Blutlaufes in den Venen bestehe darin, daß der Druck der Atmosphäre ihr Blut in den durch das Einathmen in der Brusthöhle entstandenen luftleeren Raum treibe: in einem Röhrchen, welches von der Bauchhöhle aus in den Herzbeutel gebracht und am anderen Ende in gefärbte Flüssigkeit getaucht war, stieg die Flüssigkeit beim Einathmen herauf und beim Ausathmen herab; sie stieg bisweilen in beiden Momenten, doch beim Einathmen stärker; nach dem Tode dauerte das Aufsteigen noch eine Zeit lang ununterbrochen fort, und der Versuch hatte denselben Erfolg, wenn das Röhrchen nicht in den Herzbeutel, sondern bloß in den Sack des Brustfelles gebracht war (Nr. 516. p. 58 sqq.). Diese beiden Theorien beruhen h) auf einem falschen Principe: die Erweiterung der Brusthöhle und die Ausdehnung der Lungen erfolgt harmonisch, so daß kein leerer Raum zwischen beiden entsteht, und es ist eben so einseitig, wenn Barry eine solche Leere von Erweiterung der Brusthöhle, als wenn sie Carson von der Elasticität der Lungen ableitet. i) Barrys Versuche sind zum Beweise unzulänglich. Wedemeyer (Nr. 529. S. 315 fgg.) überzeugte sich, daß sie nicht an stehenden, sondern nur an niedergeworfenen Thieren gelangen, wo durch die Lage und die Unruhe die Athmungsbewegungen widernatürlich heftig waren; bei geöffneter Brusthöhle mußte beim Einathmen das Wasser stärker einfließen, weil

die Lungen in diesem Zustande sich nicht gehörig ausdehnen können. Barrys übrige Versuche bestätigen nur die Saugkraft des Herzens, welche beim Einathmen (b) stärker ist als beim Ausathmen, wiewohl Wedemeyer (ebd. S. 293) keinen Unterschied in dieser Hinsicht bemerken konnte. k) Nach jenen Theorieen müßte der Druck der eingeathmeten Luft das Blut aus den Lungen treiben, da es doch während des Einathmens sparsamer abfließt als während des Ausathmens; der Blutlauf müßte in den Haargefäßen, da die Atmosphäre am stärksten auf sie drückt, schneller seyn als in den Stämmen, wovon ebenfalls das Gegentheil Statt findet. l) Endlich ist es ganz falsch, wenn Barry behauptet, das Blut fließe nur während des Einathmens in das Herz, denn man sieht es in den Venen gleichförmig strömen, und erkennt, daß das Athmen nur einen untergeordneten Einfluß ausübt. Bei geöffneter Brusthöhle dauert Herzschlag und Athmen bei Fröschen, die man sich selbst überläßt, und bei warmblütigen Thieren, denen man Luft in die Lungen eintreibt, mehrere Stunden lang fort, und ungeachtet Lungen und Herz dem Drucke der Atmosphäre unmittelbar und fortdauernd ausgesetzt sind, sah Haller (Nr. 152. I. p. 139) die Hohlvenen hier beim Einathmen sich entleeren und beim Ausathmen sich füllen. Bei Fröschen, denen Baumgärtner (Nr. 533. S. 554) die Lungen unterbunden hatte, dauerte der Blutlauf noch am anderen Tage fort, und bei Kaninchen, welche Wilson (Nr. 563. S. 54 fg.) durch einen Schlag auf den Kopf betäubt hatte, schlug das Herz noch, ungeachtet das Athmen aufgehört hatte. Kinder, deren Herz außerhalb der Brusthöhle lag, lebten mehrere Wochen lang; beim Embryo geht der Blutlauf ohne alle Athmungsbewegung vor sich; endlich findet man bisweilen die Lungen von allen Seiten mit den Brustwänden verwachsen, so daß die Entstehung eines luftleeren Raumes auch mechanisch unmöglich ist. Die obigen Theorieen scheinen daher nur insofern einiges Interesse zu haben, als sie den Pendant zur Verkennung alles Mechanismus von Seiten mancher deutscher Physiologen liefern. m) Poiseuille widerlegt zwar die Meinung, daß der Blutlauf im ganzen Venensysteme vom Athmen abhängig sey, erklärt aber die obigen Erscheinungen (a—c) aus den mechanischen Verhältnissen des Athmens:

beim Einathmen nämlich wird nach ihm durch Erweiterung der Brusthöhle die darin befindliche Luft verdünnt, so daß nun der Druck der äußeren Luft das Übergewicht gewinnt und das Blut aus den Venenstämmen in die Brust treibt; beim Ausathmen hingegen wird der Druck der inneren Luft größer, die Venen werden zusammengedrückt, und das Blut fließt aus der Brust zurück (Nr. 216. X. p. 281). Allein diese Verdünnung und Verdichtung der in der Brust befindlichen Luft ist keine Thatsache, sondern eine Hypothese, deren Ungrund die nähere Betrachtung des Athmens nachweisen wird. — Poiseuille leitet den Umstand, daß das Einathmen nur auf die Stämme, nicht auf die Zweige der Venen wirkt, davon ab, daß die äußere Luft die Venen bis zur Verschließung zusammendrückt, und somit kein Blut durch Aspiration der Lungen nach diesen gezogen wird (ebd. p. 290). Indeß scheint die Erklärung viel natürlicher, daß die Anziehungskraft der Lungen gegen das venöse Blut in den ihnen näher liegenden Venenstämmen stärker sich äußert als in den entfernteren Venenzweigen. Poiseuille fand endlich, daß künstliches Athmen bei geöffneter Brusthöhle den Blutlauf zwar unterhielt, aber nicht wie im Normalzustande das Zuströmen des Blutes zu den Lungen verstärkt und vermindert. Er erklärt dies durch die Annahme, daß durch das Einblasen von Luft die in den Lungen enthaltene Luft über die äußere Atmosphäre überwiegend werde und dieses Übergewicht auch dann noch behaupte, wenn man zu blasen aufgehört hat, und die Lungen durch ihre Federkraft zusammen gesunken sind. Indeß wird diese Annahme durch nichts gerechtfertigt, und es ist wahrscheinlicher, daß beim Eintreiben von Luft an einem getödteten Thiere das Zuströmen des Blutes zu den Lungen darum nicht wie bei natürlichem Athmen vermehrt wird, weil das Blut in den übrigen Organen nicht die volle Venosität erlangt hat und darum von den Lungen weniger angezogen wird.

§. 767. Der Einfluß der Verdauung auf den Blutlauf ist ungleich geringer und nur consensuell. Nach Haller (Nr. 152. I. p. 186) nimmt der Puls nach der Mahlzeit um 10 bis 12 Schläge in der Minute zu. Knox bemerkte, daß der Genuß von Nahrungsmitteln, vorzüglich von animalischen, mehr

noch der von Wein, am meisten der von Weingeist die Frequenz des Herzschlages vermehrt (Nr. 185. II. S. 92). Nach den von Nick angestellten Beobachtungen wird nach jeder Speise, mit Ausnahme von Obst, der Puls frequenter. Am meisten ist dies der Fall nach warmen Speisen: schon acht bis zwölf Löffel Suppe wirken; bei einer gewöhnlichen Mahlzeit wird die Zahl der Pulsschläge in einer Minute um zwölf vermehrt, und so bleibt es zwei, oder bei schwer verdaulichen Speisen drei Stunden lang, worauf die Frequenz wieder abnimmt und fünf Stunden nach der Mahlzeit eben so wird, wie sie vor derselben war. Nach kalten Speisen nimmt die Frequenz erst nach einer Viertel- oder halben Stunde zu und wird um so bedeutender und anhaltender, je größer die Quantität und Consistenz der Speisen war; hält man eine gewöhnliche Mahlzeit kalt, so nimmt die Frequenz zwar schon während derselben etwas zu, aber so stark wie während einer warmen Mahlzeit erst nach einer halben oder ganzen Stunde. Kaltes Wasser vermindert die Frequenz um zwei bis vier Schläge auf eine Viertel- bis halbe Stunde; kaltes Bier auf kürzere Zeit; starker Wein oder Brandwein vermehrt sie schon nach zwei bis drei Minuten; Thee vermehrt sie um sechs bis zwölf Schläge, aber nur auf zwanzig Minuten. Offenbar hängt dies Alles davon ab, daß der Magen, je nachdem seine Lebensthätigkeit durch Nahrungsmittel mehr oder weniger aufgeregt wird, auch mehr oder weniger Blut an sich zieht, und wir finden in diesen Erscheinungen ein Beispiel, wie die Verstärkung oder Verminderung des Blutlaufes in einem einzelnen Organe einen Einfluß auf den gesammten Kreislauf gewinnen kann.

Einfluß des animalen Lebens auf den Blutlauf.

§. 768. Das Nervensystem und das Blutsystem entsprechen einander offenbar: beide erstrecken sich in Continuität durch den ganzen Organismus, verzweigen sich in den verschiedenen Organen und sammeln sich in eigenthümlichen Centralpuncten; beide erscheinen als Ausdruck und Vermittler der organischen Einheit, indem die Kraft in ihrem Centralpuncte sich sammelt und von ihm ausstrahlend jedes Organ der Gesammtkraft theilhaftig macht. Aber

beide sind in der Art ihres Lebens und Wirkens einander gerade entgegengesetzt: im Blutsysteme ist stete Bewegung, Wechsel des Stoffes, Vorwalten des äußeren materiellen Lebens; im Nervensysteme hingegen ist das dynamische Verhältniß und das innerliche Leben so überwiegend, daß Bewegung und Stoffwechsel gar nicht bemerklich werden. Beide Systeme bilden also einen polaren Gegensatz zu einander, d. h. beide stellen die Verknüpfung der verschiedenen Organe dar, aber in entgegengesetzten Richtungen. Daher findet zwischen beiden Systemen eine gewisse Übereinstimmung Statt (vgl. §. 466, b): wie bei kopflosen menschlichen Mißgeburten öfters gar kein wirkliches Blut sich findet, so ist dasselbe bei den eines wirklichen Gehirnes und Rückenmarkes ermangelnden wirbellosen Thieren unvollkommen entwickelt (§. 664, a); bei den Gliederthieren, in deren Nervensysteme der longitudinale Ganglienstrang herrschend ist, hat ihm entsprechend das Herz die Form eines Schlauches; bei den Mollusken, wo der sensible Centralpunct zu einem Ganglienringe sich zusammenzieht, gewinnt auch das Herz mehr die Kugelform, ja bei einigen umgiebt es eben so ringförmig das Ende des Darmcanales wie der Ganglienring den Anfang desselben; bei den Wirbelthieren aber sind die Centralorgane höher entwickelt, und wie der Ganglienring, zu einem kugeligen Gehirne potenzirt, mit dem untergeordneten, zum Rückenmarke ausgebildeten Ganglienstrange vereint ist, so sind hier einem vollkommenen, blasenförmigen Herzen schlauchförmige, zu Aderstämmen gewordene Herzen untergeordnet. Dies zusammengenommen deutet, wenn mich nicht Alles täuscht, nur darauf hin, daß beide Systeme die einander entgegengesetzten, darum aber auch einander wechselseitig erregenden und ergänzenden Glieder des thierischen Organismus sind, welche den beiden Seiten desselben (§. 658, a) entsprechen. Man weicht von dieser Ansicht, welche die einfachste und natürlichste zu seyn scheint, mehr oder weniger ab, indem man dem Nervensysteme die Alleinherrschaft beilegt und in ihm allein den Grund des Blutlaufes sucht. Diese Meinung rührt, wie mich dünkt, davon her, daß man die dem Leben zum Grunde liegende Einheit, nach deren Erkenntniß wir alle streben, anstatt sie im Begriffe zu fassen und als ein Ideelles anzuschauen, in einer Einzelnheit fin-

den zu können wähnt. Es hat aber alles Einzelne seine Kraft nur durch den Zusammenhang mit dem Ganzen; die Kraft des Einen wird nicht von einem Anderen gegeben, doch Jedes ist von den übrigen Gliedern abhängig und wird dadurch bestimmt: so ist denn die Sensibilität vom Blutlaufe, wie dieser von jener abhängig, aber darum hat doch jede dieser Lebensrichtungen ihre Kraft in sich. Nimmt man die Abhängigkeit des Blutlaufes von der Sensibilität im Sinne einer durch Wechselwirkung begründeten Erregung, so stimmen wir dieser Ansicht bei, jedoch mit einer gewissen Beschränkung. Nämlich der Fundamentalgegensatz im thierischen Organismus ist allerdings der von Blut und Nerven; allein es finden sich auch untergeordnete Gegensätze, die ebenfalls wirksam werden, und ein solcher ist der von Festem und Flüssigem, vermöge dessen jedes lebendige, auch nervenlose Gebilde eine Wechselwirkung mit dem Blute eingeht und auf dessen Lauf einwirkt. Diese Wahrheit ist vorzüglich nur von Koch und Bonorden ausgesprochen worden, indem Jener den Nerven keinen anderen Antheil am Blutlaufe zuschreibt als den, welchen alle Weichgebilde haben (Nr. 243. 1827. S. 452. 459), und Dieser erklärt, jedes Organ ziehe Blut an sich, und diese Attraction sey nicht an das Nervensystem gebunden (ebd. S. 541). — Die Experimente können leicht irre führen. Die Sensibilität äußert sich nicht durch unmittelbar wahrzunehmende Erscheinungen, und die Bewegungen, woraus man auf ihren Zustand schließt, werden durch individuelle und momentane Verhältnisse bestimmt. Verletzt oder zerstört man einen Theil des Nervensystemes, so wird unabhängig davon theils durch Angst und Schmerz des Thieres, so wie durch seine gewaltsamen Anstrengungen, sich zu befreien, und durch Convulsionen, theils durch Störung des Athmens und Blutverlust der Blutlauf bedeutend verändert: so sah ihn Wilson (Nr. 563. S. 58) oft nach bloßer Öffnung des Schädels oder der Wirbelsäule eben so schnell aufhören als nach Zerstörung des Gehirnes oder des Rückenmarkes, und er zog es daher vor, die Versuche vorzüglich an getödteten Thieren, deren Kreislauf er durch künstliches Athmen unterhielt, anzustellen. Überall ist das Resultat der Versuche ungleich und widersprechend, ohne daß man den Grund der Verschiedenheit entdecken und anderswo

als in der inneren Lebensstimmung vermuthen kann Auch ist die Deutung schwankend: so begegnet Legallois (Nr. 419. I. p. 355) der Erfahrung, daß das Herz durch Reizung seiner Nerven nicht in seinen Bewegungen bestimmt wird, durch die Behauptung, die Sensibilität desselben werde auf andere Weise als die der willkührlichen Muskeln erregt. Überhaupt aber haben wir den eigentlichen Grund, mit dessen Entfernung die Wirkung unbedingt, augenblicklich und in allen Fällen aufhört, zu unterscheiden von den Bedingungen, unter welchen die Kraft sich äußert. In manchen Erfahrungen besteht der Blutlauf ohne Einfluß von Nerventhätigkeit; aber theils erhält er sich in Experimenten dieser Art nur eine kurze Zeit lang; theils wird er in manchen Fällen bei vermehrter oder verminderter Äußerung der Sensibilität verstärkt oder geschwächt: also wird er durch die Sensibilität nicht begründet, aber bestimmt. Übrigens tritt die Einwirkung des Blutes auf die Sensibilität, wie Wilson (Nr. 563. S. 219) bemerkt, in Krankheiten noch häufiger und stärker hervor als die der Sensibilität auf das Blutsystem.

§. 769. In Betreff der Beziehung des Herzens zur Sensibilität bietet uns die Literargeschichte, wie fast in jedem Puncte der Hämatologie, extreme Meinungen dar: während z. B. Landi das Herz für den Ursprung der Nerven erklärte, weil es am frühesten empfinde und sich bewege, und seine Nerven gegen das Gehirn zu dicker werden, wie Alles in seinem Fortgange stärker sey als in seinem Ursprunge, behaupteten Sömmerring und Behrends, es habe überhaupt gar keine Sensibilität, denn die Nerven, die man an ihm finde, gehören nicht ihm, sondern seinen Kranzadern an. — Wenn der treffliche Willis die Abhängigkeit des Herzschlages von der Sensibilität darzuthun sich bemühte, so wurde seine Lehre durch die Jatromathematiker verunstaltet, wie denn nach Botalli die Nerven der Venensäcke durch die angefüllten Arterienkammern gedrückt und gelähmt und durch deren Entleerung wieder frei werden sollen, so daß im ersten Momente Diastole, und im zweiten Systole der Venensäcke erfolge. Erweiterte Erfahrung brachte schwankende Ansichten hervor, z. B. von Senac, bis Haller die Unabhängigkeit der Irritabilität von der Sensibilität bewies und da=

durch allein schon sich unsterblich machte. Indeß drang seine Lehre nicht allgemein durch, und wenn man in der neueren Zeit den Herzschlag wieder von der Nerventhätigkeit abhängig machen wollte, so war dies ein Rückschritt, der jedoch bei dem sich stets gleichen Gange der Wissenschaft auch ein weiteres Fortschreiten zur Folge haben mußte. A) Willis hatte den Herzschlag vom Einflusse des Gehirnes abgeleitet. Allein a) der zehnte Hirnnerve, der diesen Einfluß vermitteln müßte, kann nach den Beobachtungen von Bichat (Nr. 559. p. 334), so wie von älteren Physiologen (Nr. 95. III. p. 409) unterbunden oder durchschnitten werden, ohne daß die Bewegung des Herzens sogleich aufgehoben wird; die Thiere leben noch zwei bis zehn Tage und zeigen nur Störung des Athmens und der Verdauung. b) Wenn Carus (Nr. 262. S. 84) den Ganglienring von Schnecken zerstörte, setzte der Herzschlag einige Zeit aus, dauerte aber hernach wie zuvor fort. Spallanzani (Nr. 493. p. 342), Treviranus (Nr. 166. I. S. 104) und Wilson (Nr. 563. S. 54. 58) sahen bei Fröschen, Senac (Nr. 489. II. p. 115) bei Schildkröten, Saviole (ebd. p. 121) bei Hühnerembryonen, Clift (Nr. 185. II. S. 144) bei Fischen, nachdem sie das Gehirn zerstört oder aus dem Schädel genommen hatten, den Herzschlag unverändert fortdauern. Dasselbe beobachteten Zinn und Ent nach Zerstörung des kleinen Hirnes, welchem Willis namentlich die Bestimmung des Herzschlages zugeschrieben hatte (Nr. 464. III. S. 422). c) Die Fortdauer des Herzschlages beobachtete Senac (a. a. O. p. 120) nach Durchschneidung des verlängerten Markes; wird das Rückenmark unter dem Hinterhauptsloche durchschnitten, so dauert er nach Orfila (Nr. 577. II. 1 part. p. 313) bei jungen und kräftigen Säugethieren 15 bis 25 Minuten lang, oder läßt sich nach Treviranus (Nr. 100. IV. S. 267) wenigstens durch künstliches Athmen wieder erwecken; er dauerte ungestört fort, wenn Haller (Nr. 95. I. p. 465), Spallanzani (Nr. 493. p. 338) und Fontana (Nr. 456. S. 344 fg.) bei Amphibien oder Säugethieren das Rückenmark in den hinteren Halswirbeln durchschnitten hatten. d) Nach Abschneiden des Kopfes sah Haller (Nr. 152. I. p. 233) bei Fröschen keine Änderung des Herzschlages;

er dauerte nach Spallanzani (Nr. 493. p. 333) fünf Stunden lang fort; er stellte sich nach Wilson (Nr. 563. S. 67 fg.) bei Kaninchen, wenn die Blutung durch ein umgelegtes Band verhindert worden war, nach anderthalb Minuten wieder ein, so daß nach Wegnahme des Bandes das Blut drei Fuß weit ausspritzte. Durch künstliches Athmen läßt er sich eine längere Zeit unterhalten. B) Nachdem auf diese Weise erwiesen war, daß die Bewegung des Herzens nicht durch die Einwirkung des Gehirnes bestimmt werde, suchte Legallois das Lebensprincip des Herzens im Rückenmarke. Zerstörte er bei ein= bis zwanzigtägigen Kaninchen nach Abschneidung des Kopfes das Bauchrückenmark, so wurde der Herzschlag etwas gestört; nach Zerstörung des Brustrückenmarkes mehr, und noch mehr nach der des Halsrückenmarkes, wo er denn spätestens nach anderthalb Minuten undeutlich wurde; aber nach Zerstörung des ganzen Rückenmarkes auf einmahl wurde er sogleich undeutlich uud war durch künstliches Athmen nicht herzustellen (Nr. 560. p. 84—102). Also tragen, sagt Legallois (ebd. p. 149), alle Theile des Rückenmarkes zur Kraft des Herzens bei, was nur durch die Verbindung seiner Nerven mit dem sympathischen Nerven vermittelt werden kann. Wird ein Theil desselben zerstört, so wird dem Herzen ein entsprechender Theil von Kraft entzogen, und dieses kann nun das Blut nicht mehr so weit treiben. Wird dann durch Unterbindung von Arterien der Bereich des Blutlaufes beschränkt, so reicht die geschwächte Kraft hin, letzteren in diesem engeren Kreise zu bewirken: wurde also (ebd. p. 114) vor Zerstörung des Bauchrückenmarkes die Bauchaorta, oder (ebd. p. 117) vor der des Halsrückenmarkes die Carotis und Drosselvene unterbunden, so dauerte der Blutlauf länger als ohne Unterbindung. In manchen dieser Versuche mag Legallois wohl, wie Treviranus (Nr. 100. IV. S. 275 fg.) bemerkt, eine Schwächung des Blutumlaufes für ein wirkliches Aufhören desselben angesehen haben, da er die Blutung aus einer Arterie zum Maaßstabe nahm. Wenn er behauptet, die Zerstörung des Rückenmarkes tödte genau eben so schnell als das Ausschneiden des Herzens, so ist theils die Beobachtung wohl sehr unzuverlässig, theils der Sitz des Lebensprincipes des Herzens im Rückenmarke dadurch nicht erwiesen. Er

machte aber die wichtige Bemerkung, daß, wenn der Blutlauf nach Zerstörung des Rückenmarkes aufgehoben war, der Herzschlag bisweilen noch fortdauerte; wenn er, um seine Theorie zu retten, diese Bewegungen mit den Zuckungen eines todten Muskels verglich, so ist dem zu entgegnen, daß ein Muskel wohl während, aber nicht nach der Zerstörung des Centraltheiles seiner Nerven zuckt; vielmehr geht aus jener Thatsache hervor, daß die Zerstörung des Rückenmarkes durch Tödtung der Organe und Aufhebung ihres lebendigen Gegensatzes zum Blute den Umlauf desselben hemmt, ohne die Wirksamkeit des Herzens zu unterbrechen. Endlich verschweigt er auch nicht (a. a. O. p. 124), daß, wenn er das Rückenmark des Halses, aus welchem doch die Verbindungsfäden zu den Herznerven gehen, nach und nach scheibenweise abschnitt, der Blutlauf fortdauerte. Die Erklärung, daß dies wie eine Unterbindung der Arterien wirke, indem durch jede theilweise Zerstörung des Rückenmarkes der Kreislauf etwas geschwächt werde, so daß eine geringe Kraft des Herzens hinreiche, ihn im Ganzen zu erhalten, ist mehr scharfsinnig als treffend und setzt voraus, daß die Herznerven auch von denjenigen Verbindungsfäden des Rückenmarkes, mit welchen sie selbst in keiner unmittelbaren Verbindung stehen, ihre Kraft erhalten können. Vielmehr geht aus jener Beobachtung nur so viel hervor, daß die Zerstörung des Rückenmarkes nur durch die Gewaltsamkeit der Operation den Blutlauf vernichtet; und Wilsons Versuche an Kaninchen, die durch einen Schlag auf den Kopf oder durch Opium betäubt waren, und an denen ein künstliches Athmen bewerkstelligt wurde, bestätigen dies. Wenn nämlich Wilson (Nr. 563. S. 68) das Halsrückenmark mit einem dicken Stabe, wie Legallois, schnell zerstörte, so wurde der Herzschlag sogleich schwächer; bediente er sich aber (ebd. S. 54—58) eines dünnen Drahtes, oder schnitt er das ganze Rückenmark aus, so wurde der Herzschlag nicht gestört, die Pulsation der Arterien dauerte fort, und aus einer Öffnung derselben floß das Blut in einem Sprunge aus. Vielfältige Beobachtungen setzen die Unabhängigkeit des Herzens vom Rückenmarke außer Zweifel. e) Clift (Nr. 185. II. S. 140 fgg.) zerstörte das Gehirn und Rückenmark vom Karpfen mit einem glühenden Drahte und sah den Herzschlag drei Stun=

den lang wie zuvor fortdauern und erst nach elf Stunden aufhören. f) An Fröschen zerstörten Haller (Nr. 152. I. p. 233) und Spallanzani (Nr. 493. p. 342. 378) das Rückenmark, ohne daß der Herzschlag gestört wurde; Wilson (a. a. O. S. 65) sah ihn nach Wegnahme des Gehirnes und Rückenmarkes neun Stunden lang fortdauern; eben so beobachtete Treviranus (Nr. 100. IV. S. 645. 652) seine Fortdauer, während der Blutlauf (durch Tödtung der Organe) aufgehoben war; Baumgärtner sah ihn ebenfalls und selbst 12 bis 24, ja 48 Stunden lang fortdauern, bisweilen zwar schwach, jedoch immer noch kräftig genug, um das Blut bewegen zu können, und der Kreislauf war bloß darum erloschen, weil das Blut nicht in das Herz kam, also nicht in den Organen umlief. g) Damit stimmen an warmblütigen Thieren gemachte Erfahrungen überein: Mayer (Nr. 198. 1815. III. S. 207) beobachtete den Blutlauf bei Säugethieren eine Viertelstunde lang nach völliger Zerstörung des Rückenmarkes; eben so sah ihn dann Flourens (Nr. 549. p. 189. 196) bei Kaninchen über eine Stunde, bei Enten und Hühnern über anderthalb Stunden während eines künstlichen Athmens, aber ohne dasselbe bei neugeborenen Hunden eben so lange fortdauern, und zuerst an der Peripherie, von da aus fortschreitend gegen das Herz abnehmen, so daß auch hier die vom Herzschlage unabhängige Einwirkung der Organe auf das Blut augenscheinlich ist und als der eigentliche und wesentliche Grund des Blutlaufes erscheint. Auch Wiltbank überzeugte sich von der Fortdauer des Herzschlages nach Zerstörung von Gehirn und Rückenmark bei kalt- und warmblütigen Thieren (Nr. 197. XII. S. 338). h) Kaum ist es nun nöthig, mit Senac (Nr. 489. II. p. 118), Wilson (a. a. O. S. 51) und Sarlandière (Nr. 510. p. 12) noch die menschlichen Mißgeburten ohne Gehirn und Rückenmark mit Herz und Blutumlauf anzuführen. C) Der sympathische Nerve soll nach Brachet (Nr. 538. p. 47 sq.) den Herzschlag bewirken, weil dieser nach Durchschneidung der vom mittleren und unteren Halsganglion kommenden Herznerven aufhörte: allein Brachet bemerkt selbst, daß bei den meisten Hunden, an denen er diesen Versuch anstellen wollte, der Tod schon vor der Durchschneidung durch Ver-

blutung erfolgte, und wenn er in zwei Fällen erst nach der Durchschneidung eintrat, so müssen wir dies für zufällig halten. Edwards und Vavasseur machten übereinstimmende Erfahrungen: nahmen sie neugeborene Hunde oder Katzen, die ein zäheres Leben haben (§. 524, f), zu diesem Experimente, so fuhr nach Durchschneidung jener Nerven, oder nach Ausschneiden der Halsganglien das Herz fort zu schlagen (Nr. 196. XVI. S. 306). Eben so sahen Haller (Nr. 95. I. p. 463) und Magendie (Nr. 247. II. p. 328) von Unterbindung oder Durchschneidung des sympathischen Nerven nie einen unmittelbaren Einfluß auf das Herz. D) Endlich sahen Haller (a. a. O. p. 461—472) und Andere bei Fischen, Amphibien und Mammalien das Herz noch eine Zeit lang pulsiren, wenn man seine sämmtlichen Nerven unterbunden oder durchschnitten, oder es selbst aus der Brusthöhle genommen hatte; das Herz eines Kaninchens, welches Wedemeyer (Nr. 547. S. 59) außer aller Verbindung mit dem übrigen Körper gesetzt hatte, pulsirte noch zwei Stunden lang. Manche Physiologen, z. B. Senac (a. a. O. p. 132), berufen sich zwar noch auf die in der Substanz des Herzens befindlichen Nerven: allein dies scheint eine leere Ausflucht zu seyn. Denn der Nerve hat nur Bedeutung in der Verbindung mit seinem Systeme; sein Leben besteht durchaus in der Beziehung vom Ganzen und ist von diesem abhängig. Zwar kann der abgeschnittene Nervenast noch Bewegungen erregen, aber nur wenn er durch Reizung einen der Wirkung seines Centralorganes einigermaaßen ähnlichen Impuls bekommen hat. Die peripherischen Nervenenden sind dem Organe, dem sie angehören, gleich wie die Haargefäße, einverleibt und können, wenn sie vom übrigen Nervensysteme getrennt sind, eben so wenig Bewegungen erregen, als die abgeschnittenen Haargefäße Turgescenz, Wärme, Ernährung und Secretion bewirken. Wilson (a. a. O. S. 67) fand, daß das Herz, wenn es nach Zerstörung des Gehirnes matt geworden war und still stand, durch die Ruhe allmählig wieder Kraft gewann und von Neuem pulsirte: schwerlich läßt sich annehmen, daß es hier die Nervenkraft war, welche sich in der Ruhe erholte. — Das Resultat ist also: das Herz hat seine Bewegungskraft in sich, in seinen Muskelfasern; ganz unabhängig und für sich be-

stehend kann es freilich nicht seyn, denn jedes Organ lebt nur durch die Totalität des Organismus: aber der Einfluß der Sensibilität ist hier gebrochen, und es erscheint im Herzen mit dem Maximum von Irritabilität ein Minimum von Sensibilität, wie schon die Betrachtung seines Gewebes lehrt.

§. 770. Wenn die Sensibilität nicht der Grund des Herzschlages ist, so kann sie doch der Grund des Blutlaufes seyn. Mehrere Physiologen, welche sich dadurch um die Wissenschaft verdient machten, daß sie die Einseitigkeit einer unbedingten Ableitung des Blutlaufes von der mechanischen Wirkung des Herzens erwiesen, haben die Sensibilität der übrigen Organe als das Bestimmende angenommen. Nach Swan (Nr. 554. p. 12) wirkt das Herz bloß auf den Blutlauf im Allgemeinen, während die verschiedene Vertheilung des Blutes durch die Nerven der Arterien bestimmt wird. Treviranus (Nr. 100. IV. S. 272) leitet die bewegende Kraft des Blutes oder auch (Nr. 166. I. S. 107) sein Vermögen, die Thätigkeit des Herzens zu erregen und seine Reizbarkeit zu unterhalten, von einer unmittelbaren Einwirkung des Nervensystemes, besonders des Rückenmarkes ab. Da wir indeß eine Selbstbewegung des Blutes nicht kennen (§. 740), so dürfen wir auch eine noch dunklere Wirkung der Sensibilität auf dieselbe nicht annehmen. Nach Merk (Nr. 588. S. 109) beruht der Kreislauf theils auf Bewegung des Blutes, welches gegen das Rückenmark und die peripherischen Nervenenden an und davon ab strebt, theils auf der durch das Nervensystem begründeten Thätigkeit des Herzens, welches sich dem eindringenden Blute durch Expansion, und dem ausströmenden durch Contraction entgegensetzt. Nach Österreicher (Nr. 524. S. 190—194) ist im Nervensysteme die Thätigkeit, und im Blute das Seyn des Lebens ausgedrückt; das Blut wird durch das Nervenmark, und zunächst durch das Rückenmark, wie die Erde durch die Sonne, bestimmt, zu kreisen, in ihm wiederholt sich aber dieser Gegensatz, nämlich die Thätigkeit als Expansion in der arteriösen Strömung, das Seyn als Contraction in der venösen Strömung, wie denn das Blut nach dem Tode darum in den Venen nach dem Herzen fließt, weil nach dem Erlöschen der Thätigkeit noch das Seyn besteht. — Nach solchen

allgemeinen Andeutungen, die mehr oder weniger das Gepräge der Willkührlichkeit tragen, wurde diese Lehre erst von Baumgärtner durch factische Beweise unterstützt. a) Zuvörderst beruft er sich auf die Entwickelungsgeschichte des Embryo. Gehirn und Rückenmark, sagt er (Nr. 533. S. 159), werden früher gebildet als das Blut und bestimmen dessen Lauf; die erste Bewegung desselben geht gegen den Rücken des Thieres hin, und (ebd. S. 82) die Blutkörner nehmen diese Richtung schon an, ehe sie sich zu bewegen anfangen, indem sie sich seineurisch ordnen; die Hauptstämme der Blutgefäße laufen dem Rückenmarke parallel, so wie die Arterienäste den Nervenästen folgen; zwar sind (ebd. S. 84) beim Beginnen des Blutlaufes noch keine Nerven zu erkennen, aber man darf sie vermuthen, da vor dieser Epoche der Schwanz des Froschembryo schon Sensibilität äußert. — Indessen bleibt dies eine bloße Vermuthung, und wir dürfen, die Richtigkeit von Baumgärtners Beobachtung (vgl. §. 471, B) vorausgesetzt, wohl mit größerem Rechte vermuthen, daß die organische Urmasse unter manchen Umständen sich eben so bewegen kann wie der Polyp, da in beiden keine Nerven zu sehen sind. Wir erkennen, wie mir scheint, in der Entwickelungsgeschichte nur, daß die Richtung des Blutstromes durch die Lebendigkeit der organischen Theile bestimmt wird. Das sensible Centralorgan hat daran bedeutenden Antheil, insofern es theils durch eine höhere Lebendigkeit sich bezeichnet, theils am frühesten entsteht und den Stamm des Thieres bildet; aber es bestimmt nicht ausschließlich: der Blutstrom wird, wie er aus dem Herzen tritt, von den Halskiemen angezogen, die als vergängliche Organe gewiß keine Nerven haben (§. 477, b), und theilt sich in ihnen genau entsprechende Strömchen, welche nur schwache Nebenzweige zum Gehirne und nach ihrer Wiedervereinigung zum Rückenmarke senden. Als Leiter der Lebendigkeit müssen Adern und Nerven im Allgemeinen einen ähnlichen, zum Theil durch die Gestaltungsverhältnisse bestimmten Verlauf nehmen, aber wir finden keine völlige Gleichheit des Verlaufes, und nichts, was für eine Anziehung spräche. Bildet z. B. das sensible Centralorgan die Axe des Thieres, so werden die Stämme, die den verschiedenen Theilen das Blut zuführen sollen, eine übereinstimmende Lage haben

müssen: aber sie bleiben von einander getrennt, die Aorta vom Rückenmarke der Wirbelthiere durch den Stamm der Wirbelsäule, das Rückengefäß vom Ganglienstrange der Gliederthiere durch den Darmcanal. Oft finden wir bedeutende Abweichungen beider Systeme: der Hauptstrom des Blutes für die unteren Gliedmaaßen tritt über dem Schambeine zur vorderen Fläche, während der Hauptnerve unter dem Hüftbeine zur hinteren Fläche geht; die Hautnerven werden von keinen entsprechenden Arterien begleitet, und die Hautvenen folgen ihnen nicht Zug für Zug. Daß die Arterien der Leber, der Nieren u. s. w. erst nach den sie begleitenden Zweigen des Eingeweidenerven entstehen sollten, scheint auch eine sehr gewagte Annahme zu seyn. b) Baumgärtner (ebd. S. 167 fg.) giebt selbst zu, daß die dynamische Wechselwirkung von Mutter und Frucht den Blutumlauf in den Nabelgefäßen und dem Fruchtkuchen ohne Nerven bestimmt. Nicht minder deutlich ist aber auch die anziehende Kraft, welche andere nervenlose Theile vermöge ihrer Lebendigkeit auf das Blut ausüben: so zieht der lebendiger gewordene Knorpel bei der normalen Verknöcherung wie bei der Entzündung Blut an und nimmt es in sich auf. Nur diejenige Ansicht des Blutlaufes können wir, wie mich dünkt, für befriedigend anerkennen, welche auch den Lauf des Pflanzensaftes umfaßt, wo die Sensibilität wegfällt. Nach unserer Theorie wird der Pflanzensaft durch die Endosmose (§. 758, b) und durch den Gegensatz von Wurzel und Zweigen bestimmt, der bei der partiellen Circulation (§. 692, c) in der oberen und unteren Wand jeder Zelle sich wiederholt. Diese Verhältnisse enthalten den wesentlichen Grund des Umlaufes; aber wie der Kreislauf des Thieres noch durch die mechanische Kraft des Herzens unterstützt und vollzogen wird, so kommt dem Umlaufe des Pflanzensaftes die Außenwelt durch die Temperatur der Atmosphäre (§. 740, h) zu Hülfe. c) Baumgärtner beweist durch neue Erfahrungen, deren wir sogleich (§. 772, c) gedenken werden, den Einfluß des Nervensystemes auf den Blutlauf: aber daß nur die Nerven einen solchen Einfluß haben sollten, ist nicht erweislich. Der thierische Organismus besteht nicht bloß aus Blut und Nerven, sondern schließt noch mancherlei Substanzen und Gebilde in sich, die alle am Leben Theil haben. Gerade

weil die Nerventhätigkeit dem äußeren Sinne ganz verborgen und nur aus ihren Wirkungen auf andere, ihr Leben durch materielle Veränderungen äußernde Organe zu erkennen ist, pflegt man oft mehr von ihr auszusagen, als in der Erfahrung wirklich nachzuweisen ist, wovon uns die Literargeschichte der Cholera die neuesten Beispiele liefert. Wenn man den vermehrten Zufluß des Blutes zu einem gereizten Theile von der Wirkung der Nerven ableitet, so setzt man voraus, daß jede Reizung die Nerven afficirt, was nichts weniger als erwiesen ist, denn Empfänglichkeit für Eindrücke ist ein allgemeinerer Begriff als Sensibilität. Jedes organische Gebilde zieht, wenn es gereizt wird, oder wenn seine innere Lebendigkeit auf normale oder abnorme Weise gesteigert ist, mehr Säfte an, es mag Nerven haben oder nicht; wir erinnern, um nur ein Beispiel anzuführen, daran, daß das Blatt oder die Rinde eines Baumes eben so gut als das Zellgewebe eines Thieres an der Stelle anschwillt, wo ein Insect eingestochen und seine Eier abgesetzt hat (§. 346, B), und daß zum Fruchtknoten, der ein befruchtetes Pflanzenei einschließt, eben so mehr Säfte zuströmen (§. 346, A), als mehr Blut zu den Bauchdecken der Vögel nach dem Eierlegen (§. 346, D), und zum Fruchthälter der Mammalien nach der Befruchtung eines Eies fließt (§. 346, E).

§. 771. Den Einfluß der Sensibilität auf das Herz zu leugnen, war eben so einseitig, als ihn für den Grund des Herzschlages zu erklären. Er zeigt sich z. B. darin, daß die Frequenz des Herzschlages im ruhigen Schlafe abnimmt und der Blutlauf beim Latentwerden des animalen Lebens im Winterschlafe auf sein Minimum herabgesetzt wird (§. 612, a). A) Wenn die Herznerven a) dem Einflusse des Galvanismus ausgesetzt wurden, so beobachteten Behrends (Nr. 551. III. p. 21), Fontana, Volta, Valli, Treviranus (Nr. 100. IV. S. 269) keine Wirkung davon auf das Herz. Entgegengesetzte Erfahrungen machten Pfaff und Grapengießer; v. Humboldt (Nr. 546. I. S. 342) sah davon bei Füchsen und Kaninchen die Pulsationen des Herzens schneller und stärker werden; Fowler (Nr. 545. S. 107. 109) brachte es bei Fröschen und Katzen, wenn es schon ruhte, von Neuem zum Schlagen; Vasalli, Giulio und Rossi fanden

sowohl an Leichnamen Enthaupteter (Nr. 193. I. S. 129 fgg. 201 fgg.), als auch an Thieren (ebd. II. S. 130 fgg.), daß durch Armirung des Herzgeflechtes und der Spitze des Herzens stärkere Pulsationen wieder erregt wurden als durch mechanische Reizung des letzteren, und daß die Empfänglichkeit für den Galvanismus in den verschiedenen Theilen desselben ganz in der Folgenreihe wie ihre Lebensäußerung gewöhnlich (§. 718, e) erlosch; Wedemeyer (Nr. 529. S. 64) sah fast in jedem seiner Versuche den Einfluß auf den Herzschlag. Nach Autenrieth (Nr. 97. I. S. 193) bewirkt der Galvanismus hier nicht so plötzliche Bewegungen wie an willkührlichen Muskeln, aber bei dauernder Einwirkung in geschlossener Kette sind die Pulsationen schneller und von längerer Dauer als ohne Galvanismus; Carus (Nr. 262. S. 84) sah das Herz von Schnecken und Krebsen bei jedem Schlusse der Kette sich zusammenziehen, und in geschlossener Kette nur hin- und herwogen. — Indessen haben die Versuche wohl nicht alle gleiche Beweiskraft, denn die Nerven können hier bloß als feuchte Leiter dienen: man braucht nur die Muskelsubstanz des Herzens zu armiren, so pulsirt es, und es war eine bloße Hypothese, wenn man annahm, der Galvanismus wirke auch in diesem Falle zunächst nur auf die Nerven. Ist die Voltasche Säule stark, so wird das mit dem einen Pole in Verbindung gesetzte Herz wieder zum Schlagen gebracht, man mag den anderen Pol an irgend einen organischen Theil, selbst an einen Rippenknorpel oder an ergossenes Blut, anbringen; ja das Herz braucht gar nicht selbst armirt zu seyn, um die galvanische Wirkung zu erfahren, wie denn seine Schläge nach Saissys (Nr. 401. p. 44) Beobachtung an einem winterschlafenden Murmelthiere von 10 auf 20 in der Minute sich vermehrten, als der Zinkpol an den Zwerchfellnerven, und der Kupferpol an den Kopfnicker gebracht wurde. Solche Versuche können also nur dann den Einfluß der Nerven darthun, wenn ein schwacher Grad des Galvanismus, der bei Anwendung auf andere Theile keine Wirkung auf das Herz äußert, dasselbe bei Armirung der Herznerven zum Schlagen bringt. b) Senac (Nr. 489. II. p. 145) hat die Herznerven gekniffen, erwärmt, gebrannt, ohne den Herzschlag zu wecken; eben so haben Behrends (a. a. O. p. 10 sq.)

und Andere (Nr. 95. I. p. 463) von ihrer mechanischen Reizung keine Wirkung beobachtet, ausgenommen Haller (Nr. 152. I. p. 362) einmahl an einem ausgerissenen Froschherzen. B) Was die Nervenstämme betrifft, so hat c) ihre mechanische Reizung, wie Fontana (Nr. 456. S. 344), Cruikshank (Nr. 184. II. S. 70), Bichat (Nr. 559. p. 334. 339) und Andere erfuhren, keine Wirkung auf das Herz. Nach Unterbindung der Lungenmagennerven haben zwar viele Beobachter eine Beschleunigung oder Schwächung oder Unterbrechung des Herzschlages erfolgen sehen (Nr. 464. III. S. 60): allein diese, so wie alle ähnliche, an lebenden Thieren angestellte Versuche beweisen nichts, da der Herzschlag hier sowohl durch Schmerz und Angst, als auch durch die Störung des Athmens bei geöffneter Brusthöhle verändert wird. d) Bichat (Nr. 559. p. 337 sqq.) beobachtete keine Wirkung von galvanischer Armirung des sympathischen und Lungenmagen-Nerven; dagegen sah ich (Nr. 464. I. S. 224) den Herzschlag eines getödteten Kaninchens, der durch künstliches Athmen unterhalten wurde, stärker werden, als ich das Halsstück des sympathischen Nerven oder das untere Halsganglion armirte. e) Noch entscheidender war die Wirkung chemischer Reizung: wenn ich (ebd. S. 221) bei einem getödteten Kaninchen den genannten Nerven mit Kali oder ätzendem Ammonium betupfte, so wurden die Schläge des Herzens schneller und stärker, und als sie schon ganz matt geworden waren, wurden sie durch neues Betupfen wiederum belebt. C) Das Rückenmark haben f) Haller (Nr. 152. I. p. 233), Spallanzani (Nr. 493. p. 338), Fontana (Nr. 555. S. 76), Bichat (Nr. 559. p. 337 sqq.) verschiedentlich gereizt, ohne davon eine Wirkung auf das Herz zu beobachten. Wenn in anderen Versuchen der Herzschlag dadurch geändert wurde, so blieb doch das Resultat zweifelhaft, indem bald die bei Reizung des Rückenmarkes entstehenden Convulsionen der willkührlichen Muskeln den vorzüglichsten Antheil daran haben konnten, bald das Rückenmark bei galvanischer Armirung vielleicht nur als feuchter Leiter, nicht vermöge seiner eigenthümlichen Beziehung zum Herzen wirkte. Am meisten scheinen noch die Versuche Wilsons (Nr. 185. II. S. 326 fg.) zu beweisen, nach welchen die Befeuchtung des Rücken-

markes mit Weingeist den Herzschlag vermehrte, Opiumauflösung oder Tabaksaufguß aber ihn anfangs beschleunigte, dann verlangsamte, und wobei der Halstheil sich am wirksamsten, der Bauchtheil am unwirksamsten zeigte. g) Die Zerstörung desselben bewirkt, wenn sie plötzlich erfolgt, nach den übereinstimmenden Versuchen von Clift (Nr. 185. II. S. 140 fgg), Wilson (Nr. 563. S. 66) und Wedemeyer (Nr. 529. S. 235) eine augenblickliche Beschleunigung, und dann ein Aussetzen des Herzschlages, worauf derselbe mit verminderter Kraft noch eine längere oder kürzere Zeit fortdauert. So sah auch Nasse (Nr. 449. 1817. I. S. 194 fgg.) bei getödteten Hunden, deren Kreislauf er durch künstliches Athmen unterhielt, nach Zerstörung des Rückenmarkes den Herzschlag langsamer und schwächer werden, so daß das Blut aus der Schenkelarterie, welches zuvor einige Fuß weit gespritzt hatte, nur noch einige Zoll weit oder gar nicht mehr spritzte. — Bei Krebsen erlahmte das Herz sogleich nach Zerstörung des Ganglienstranges (Nr. 262. S. 84). D) Das Gehirn kann h), wenn es bei Thieren bloß gelegt ist, nach den Beobachtungen von Bichat (a. a. O. p. 334) und Wilson (a. a. O. S. 65) einen beträchtlichen Druck erfahren, ohne den Herzschlag zu ändern. Aber bei Kopfverletzungen an Menschen wird der Einfluß des Gehirnes auf das Herz offenbar: bei Hirnerschütterung ist der Puls anfangs gar nicht fühlbar, wird dann ungleich, aussetzend und klein, dann langsam, voll, weich und matt; bei Blutergießungen im Gehirne ist er gewöhnlich unregelmäßig, ungleich, hart, gespannt, zuweilen aussetzend oder langsam; bei Knochensplittern und anderen fremden Körpern daselbst ist er zusammengezogen, hart, klein, oft sehr selten; drückt man einen Schwamm der harten Hirnhaut unter die Schädeldecke, so wird der Puls klein; nach Entfernung des Druckes oder des fremden Körpers wird er alsbald freier, größer, weicher, stärker, regelmäßiger, und wenn die geöffnete Vene zuvor kein Blut gab, so fließt es jetzt reichlicher aus (Nr. 464. III. S. 62). Der Umstand, daß die Lebendigkeit der Organe, also auch ihre Anziehungskraft gegen das Blut, mit durch den Zustand des Gehirnes bestimmt wird, kann allerdings an diesen Erscheinungen einen nicht zu berechnenden Antheil

haben. i) Die plötzliche Zerquetschung des Gehirnes durch einen starken Hammerschlag hat nach Wilson (a. a. O. S. 65 fgg.) und Wedemeyer (a. a. O. S. 235) zur Folge, daß das Herz nach einigen schwachen und schnellen Schlägen eine Zeit lang ruht, dann wieder schwach schlägt, bisweilen auch allmählig etwas mehr Kraft wieder gewinnt. k) Bei mechanischer Reizung des Gehirnes sah Fontana (Nr. 555. S. 76) keine Wirkung auf das Herz; eben so Bichat (a. a. O. p. 336. 339). Wilson hat das Verhältniß beider Organe näher bestimmt. Nach seinen Beobachtungen (a. a. O. S. 89 fgg.) wirkt eine mechanische Affection des Gehirnes nicht leicht auf das Herz, und nur dann, wenn sie plötzlich eintritt, gewaltsam ist und eine große Fläche trifft; stärker wirken dagegen chemische Reize, und es ist gleichgültig, an welcher Gegend des Gehirnes sie angebracht werden. Wenn (ebd. S. 62 fgg.) bei Kaninchen, die durch einen Schlag auf den Kopf getödtet waren, und deren Kreislauf durch künstliches Athmen unterhalten wurde, Weingeist, Opiumtinctur oder Tabaksaufguß auf das Gehirn oder Rückenmark gebracht wurde, so erfolgte eine Beschleunigung des Herzschlages, die gleichförmig fortdauerte, so lange diese Substanzen darauf blieben: wurden sie abgewischt, so wurde der Herzschlag matt; wurden sie wieder angebracht, so wurde er von Neuem beschleunigt. Weingeist wirkte am stärksten, und nach seiner Entfernung schlug das Herz noch ziemlich eben so stark als vor dem Versuche; Opium verstärkte den Herzschlag weniger und hinterließ Schwäche; Tabak erregte am wenigsten und hatte die größte Schwäche zur Folge. Nach Zerstörung des Rückenmarkes wirkte die Anwendung des Weingeistes auf das Gehirn eben so stark als bei unverletztem Rückenmarke. E) Wenn wir das Gehirn als das Organ unserer Vorstellungen betrachten, und die Gefühle als ein auf Vorstellungen beruhendes Ergriffenseyn unseres psychischen Lebens anerkennen, so finden wir in der Wirkung der Gemüthsbewegungen die vollgültigsten Beweise für den Einfluß des Gehirnes auf den Herzschlag. Der Zustand des Gemüthes und der Herzschlag entsprechen einander auf das Genaueste: wie jener ruhig oder aufgeregt ist, so ist es auch dieser. Affecte bewirken unregelmäßige Bewegungen des Herzens und, wenn sie übermannen, Ohn=

macht; durch ihre lange Dauer oder häufige Wiederkehr veranlassen sie organische Abnormitäten des Herzens, und wenn diese vorhanden sind, so steigern sie dieselben; sie können selbst eine Berstung hervorbringen. Bei jeder Gemüthsbewegung haben wir ein eigenes Gefühl im Herzen, welches die Ausdrücke, daß das Herz vor Freude springt, beim Grame weh thut, von der Sorge gedrückt, vom Kummer genagt wird, treffend bezeichnen. In manchen Fällen hat selbst die Leichenöffnung nach Gram Erweiterungen, nach Kummer Abmagerung, nach Heimweh Entzündung des Herzens nachgewiesen. Die Zustände des Gemüthes, die wir uns unter dem Bilde erhöhter Expansion und Contraction denken, werden von Bewegungen des Herzens begleitet, welche solchen Wechsel räumlich darstellen. Wo das Gefühl der kräftig wirkenden Subjectivität gesteigert ist, und der rüstige Wille frei nach außen wirkt, da beherrscht auch das Herz in leichtem Spiele das Blut und treibt es mit kräftigen Schlägen in großen Wellen nach außen. Wo hingegen das Gefühl belastet, zu tief ergriffen und beinahe überwältigt, der Wille gelähmt oder schwankend, überhaupt das Gemüth in sich zurückgedrängt und im Zustande passiver Reizung begriffen ist, da vermag das Herz nicht mehr das Blut zu beherrschen, es erbebt unter der Last und macht kleine, häufige, aussetzende Schläge; so treibt die Furcht das Blut nach innen, der Schreck macht eine momentane Lähmung, und das Entsetzen eine Erstarrung des Herzens. Die Furcht und Ängstlichkeit bei einem Aderlasse schwächt das Herz so, daß nur wenig Blut aus der Vene fließt. Zwei Beispiele, welche ich wie andere hierher gehörige Belege an einem anderen Orte (Nr. 464. III. S. 131 fg.) angeführt habe, beweisen, wie die momentanen Wirkungen des Affectes bisweilen noch am Leichname sichtbar sind: bei einem kräftigen Manne, der nach unterdrücktem Zorne über die von seinem Fürsten erlittene Beleidigung gestorben war, fand Harvey das Herz außerordentlich erweitert; und bei einem Missethäter, der sich gegen die Hinrichtung wüthend gesträubt hatte, sah es Testa so zusammengeschnürt, daß kaum noch eine Höhle zu erkennen war.

§. 772. Die Sensibilität äußert aber auch unabhängig vom Herzen einen offenbaren Einfluß auf den Blutlauf. Willis er-

klärte dies aus einer Zusammenschnürung der Arterien durch die sie schlingenartig umgebenden Nerven; Haller (Nr. 95. IV. p. 406 sq.) gab diese mechanische Hypothese, welche er früher auch angenommen hatte, wieder auf, als er sich überzeugte, daß die Nerven ohne alle Bewegungskraft sind. Senac schrieb dem Nervensafte die Eigenschaft zu, die Arterien zusammenzuziehen und ihre Federkraft zu vermehren; aber auch diese chemische Hypothese mußte fallen, da man einsah, daß ein solcher Nervensaft ein Phantom ist, und daß der Blutlauf auch ohne alle Zusammenziehung der Adern vor sich geht. Endlich stellte Prochaska die dynamische Ansicht auf, zu der auch wir uns bekennen, daß nämlich durch die Sensibilität die Attractivkraft der Organe für das Blut, welche einer elektrischen Anziehung zu vergleichen ist, erhöht wird. Allein, wiewohl er dies schon im Jahre 1784 (adnotatt. acad. III. p. 85) aussprach, so fängt diese Wahrheit doch jetzt erst an, eine allgemeine Anerkennung zu finden, ja Prochaska selbst erwähnte späterhin (Nr. 452. S. 268) diese Anziehung des Blutes nur im Vorbeigehen, um den Zufluß desselben zu einem gereizten Theile zu erklären. Die Thatsachen, welche diese Ansicht begründen, sind a) zuvörderst die zum Theil schon (§. 762, a) erwähnten Wirkungen der sensiblen Organe auf den in ihnen selbst vor sich gehenden Blutumlauf. Am sprechendsten ist aber hier die Bewegung des Gehirnes, welche auf der Streckung der an seiner Grundfläche liegenden Arterien beruht, also der Strömung des Blutes gegen das Gehirn entspricht, zugleich aber auch in geradem Verhältnisse zur Seelenthätigkeit steht. Bei der organischen Verknüpfung von Ursache und Wirkung läßt es sich von mechanischen Verhältnissen ableiten, daß bei Fischen, Amphibien und Vögeln gar keine, und bei Säugethieren eine schwächere Hirnbewegung als bei Menschen Statt findet, wiewohl auch diese Bildungsverhältnisse der Arterien am Ende nur auf dem verschiedenen Grade der Kraft beruhen, mit welcher das sich bildende Gehirn den Blutstrom anzieht; und wenn nach der Geburt mit dem Erwachen der Seelenthätigkeit zugleich die im Fruchtleben noch mangelnde Hirnbewegung beginnt (§. 524, a), so kann man dies vom Athmen ableiten, indem das Gehirn am stärksten sich erhebt, wenn die Systole des Herzens mit dem ihr

entsprechenden Ausathmen (§. 766, c) zusammentrifft. Die Hirnbewegung ändert sich aber auch in Übereinstimmung mit dem psychischen Leben nicht nur bei verändertem Herzschlage, wie sie z. B. bei einer von Cooper beobachteten Kopfwunde von 80 auf 120 in der Minute stieg, als der Verwundete im Gespräche auf einen sein Gemüth aufregenden Gegenstand kam (Nr. 554. p. 41), sondern auch ohne eine entsprechende Veränderung des Herzschlages und des Athmens. Bei der Trepanation eines Blödsinnigen konnte ich gar keine Bewegung des Gehirnes entdecken (Nr. 464. III. S. 108); eben so fehlt sie bei der durch Hirnerschütterung, Eiteranhäufung oder Knochensplitter bewirkten Betäubung und kehrt mit dem wieder erwachenden Bewußtseyn zurück, wobei die mechanischen Verhältnisse nicht wirksam seyn können, da es oft nur ganz kleine Splitter, oder einige Tropfen Eiter sind, bei deren Anwesenheit die Hirnbewegung aussetzte (ebd. S. 63). b) Die Reizung eines Nervenstammes war nach Bichat (Nr. 103. I. 2te Abth. S. 73) ohne Einfluß auf den Blutlauf. Giulio und Rossi wollen zwar eine Pulsation der Arterien durch Galvanisiren ihrer Nerven bewirkt haben: aber ein mit Vorsicht angestellter Versuch ist keinem anderen Beobachter gelungen. Home bemerkte bei einem Kranken nach Anlegung eines Ätzmittels eine verstärkte Pulsation der Arterien und sah bei einem Hunde zwei Minuten nach Berührung des sympathischen Nerven am Halse mit Kali eine fünf Minuten anhaltende Verstärkung der Pulsation der Carotis (Nr. 185. III. S. 140), und ich (Nr. 464. I. S. 220) sah davon bei einem Kaninchen ebenfalls die Pulsation der Carotis von 140 auf 160 Schläge in der Minute steigen: allein ich überzeugte mich durch andere Versuche, daß diese Wirkung vom Einflusse des sympathischen Nerven auf den Herzschlag abhängig war. So sah auch Österreicher (Nr. 524. S. 76) von Anwendung des Kali auf den unverletzten Schenkelnerven die Schenkelarterie bloß darum stärker pulsiren, weil durch die schmerzhafte Berührung und die davon abhängigen Convulsionen das Herz stärker schlug, denn die Betupfung des abgeschnittenen Schenkelnerven mit Kali änderte die Pulsation der Schenkelarterie nicht. c) Offenbar ist die Wirkung der Unterbindung oder Durchschneidung eines Nerven, wiewohl sie nicht im-

mer gleich deutlich sich zeigt und so auch von Spallanzani (Nr. 493. p. 339) nicht bemerkt wurde. Schon Ens behauptete, der Puls höre in Arterien auf, deren Nerven unterbunden seyen; Treviranus (Nr. 100. IV. S. 266) beobachtete dasselbe an einem Gliede, dessen Nervenstamm durchschnitten war; er sah (ebd. S. 646 fgg.) nach Durchschneidung des Schenkelnerven an Fröschen den Blutlauf in der Schwimmhaut des Hinterfußes schwächer werden oder sogleich aufhören, während er in den Vorderfüßen normal fortdauerte; bisweilen hörte er in den größeren Adern früher auf als in den Haargefäßen. Krimer (Nr. 511. S. 163 fgg.) bemerkte bei ähnlichen Versuchen nach einer anfänglichen Beschleunigung eine Verlangsamung des Blutlaufes, wobei die Anbringung von Kochsalz auf die Schwimmhaut nicht wie am unverletzten Beine Röthe und Erweiterung der Haargefäße bewirkte; auch erzählt er (ebd. S. 136), das Blut habe bei einem Hunde nach Durchschneidung des Schenkelnerven aus der Schenkelarterie nur sechs Zoll hoch gespritzt, da es zuvor sechs Fuß hoch gespritzt habe. Bei einem brünstigen Hengste fiel das Zeugungsglied nach Durchschneidung seiner Nerven aus dem Schlauche und blieb erschlafft, und Wedemeyer fand es am folgenden Tage schlaff, ungeachtet es von Blut strotzte (Nr. 243. 1828. S.364). Koch sah in abgeschnittenen Froschschenkeln den Blutlauf höchstens drei Minuten fortdauern; hatte er aber bloß die Gefäße und Muskeln durchschnitten, ohne den Schenkelnerven zu verletzen, so hörte der Blutlauf erst nach einer Viertel- oder halben Stunde auf und konnte durch Auftröpfeln von Weingeist auf die Wundfläche wieder auf einige Zeit belebt werden, besonders in den Haargefäßen (ebd. 1827. S. 443). Vorzüglich beachtungswerth sind aber außer den schon oben (§. 761, e) angeführten Beobachtungen Baumgärtners die (Nr. 533. S. 155), daß nach Unterbindung der Arterie eines Gliedes der Blutlauf durch Anastomosen sich nicht einstellt, wenn zugleich der Nerve verletzt ist, vielmehr das Blut dann in den Haargefäßen stockt, und der Theil etwas angeschwollen, aber kalt und bläulich wird. Übrigens spricht schon das Erlöschen des Lebensturgors auf das Bestimmteste für einen solchen Einfluß: sobald ich bei Fröschen den Schenkelnerven zerschnitt, sah ich immer den

Schenkel plötzlich welk, schlaff und faltig werden, indeß die anderen Glieder prall, derb und strotzend blieben. d) Nach Durchschneidung des Rückenmarkes von Fröschen beobachtete Treviranus (Nr. 100. IV. S. 267. 648 fgg.), daß in den Theilen, deren Nerven unterhalb der Durchschneidung ihr Centralende haben, die Pulsation der Arterien an Kraft und Schnelligkeit abnahm, der Blutlauf ganz aufhörte und, wenn er sich auch nach mehreren Stunden in den Haargefäßen wieder herstellte, doch in den Ästen nicht zurückkehrte. Legallois (Nr. 419. I. p. 371) sah nach Zerstörung des Rückenmarkes den Blutumlauf aufhören, während das Herz noch ziemlich lange fortfuhr zu schlagen; wenn er dies davon ableitet, daß die Bewegungen des Herzens in diesem Falle nur schwache Zuckungen wären, dergleichen es, wenn es ausgeschnitten ist, zeigt, so wurde dies von Wilson (Nr. 563. S. 47) widerlegt, indem er zeigte, daß das Herz nach Zerstörung des Rückenmarkes einige Zeit schwach und hüpfend, allmählig aber stärker und regelmäßiger, das ausgeschnittene hingegen anfangs stärker, aber allmählig immer schwächer schlägt. Übrigens sah Wilson (ebd. S. 60) den Kreislauf in der Schwimmhaut des Frosches nach Durchbohrung des Rückenmarkes mit einem dünnen Drahte mehrere Minuten lang fortdauern, aber (ebd. S. 73) nach plötzlicher Zerstörung mittels eines starken Drahtes sogleich aufhören. e) Er sah ferner (ebd. S. 72 fg.) den Blutlauf daselbst nach Reizung des Gehirnes durch Weingeist schneller werden, und nach Zerstörung des Gehirnes durch einen Hammerschlag eine Zeit lang aussetzen und dann wieder beginnen, aber langsam vor sich gehen, wenn aber das Gehirn nicht ganz zerstört war, beschleunigt werden. Baumgärtner (a. a. O. S. 151 fg.) machte ähnliche Beobachtungen bei Zerstörung des Gehirnes und Rückenmarkes an Fröschen: in der Regel wurde der Blutlauf sogleich langsamer und hörte nach einer Viertelstunde auf; wurde das Herz ausgeschnitten, so floß wenig Blut durch die Venen zur Wunde, und wenig oder gar kein Blut durch die Arterien dahin zurück. f) Endlich hat die Phantasie, je nachdem sie diese oder jene Richtung nimmt, einen specifischen Einfluß auf den Blutlauf in bestimmten Organen. Das Gefühl der Scham treibt ohne Verstärkung des

Herzschlages mehr Blut in das Gesicht, und wir haben bereits (§. 565, a) gesehen, wie die auf Zeugungsverhältnisse sich beziehenden Vorstellungen einen verstärkten Andrang des Blutes gegen Hoden und Zeugungsglied, Eierstöcke, Fruchthälter und Brüste bewirken.

§. 773. A) Die Thätigkeit der willkührlichen Muskeln verstärkt den Blutlauf. Starke Leibesbewegung vermehrt die Stärke und Frequenz des Herzschlages; Blutungen und Entzündungen nehmen bei Bewegungen zu, so wie auch der Blutstrom aus einer geöffneten Arterie dann stärker wird; wenn ein Thier, dessen Blutlauf man unterm Mikroskope untersucht, gewaltsam sich bewegt oder Convulsionen bekommt, so sieht man, daß derselbe in den Haargefäßen beschleunigt, bisweilen unregelmäßig und schwankend, oder, wenn er schon stockte, wieder in Gang gebracht wird, wie z. B. Haller (Nr. 95. II. p. 205), Reichel (Nr. 486. p. 10), Thomson (Nr. 185. I. S. 439) und Wedemeyer (Nr. 529. S. 204. Nr. 243. 1828. S. 351) beobachteten. Nach Nick wird die Frequenz des Pulses während einer Minute durch Gehen auf ebenem Boden um 6 bis 8 Schläge vermehrt; durch schnelleres Gehen um 16, und wenn dasselbe eine halbe Stunde lang fortgesetzt wird, um 30; durch Steigen noch mehr, durch Herabsteigen weniger; am meisten durch Reiten in scharfem Trabe, wo sie von 75 Schlägen auf 120 gebracht werden kann. Nach Knox steigt bei einem Gange von vier englischen Meilen in der Stunde die Zahl der Pulsschläge in der Minute auf 132 (Nr. 185. II. S. 94). Auch die Anstrengung der Muskeln ohne äußere Bewegung vermehrt die Frequenz des Herzschlages, z. B. wenn man sich stark anstemmt. Selbst die Stellung und Lage, wobei wir keiner Anstrengung uns bewußt werden, hat dieselbe Folge. Knox bemerkte, daß die Frequenz des Pulses etwas zunimmt, wenn man vorher gelegen hat und nun sitzt; noch mehr aber, wenn man dann steht, und zwar des Morgens um 15 bis 20, Mittags um 13, Abends um 5 bis 6 Schläge in der Minute (§. 606, f). Roulin fand in 27 an vier Menschen angestellten Beobachtungen, daß die Zahl der Pulsschläge während einer Minute im Stehen ungefähr um 14 stärker war als im Liegen (Nr. 216. VI. p. 1—13). Nick

zählte beim Sitzen 6 bis 8, beim Liegen 10 bis 12 Pulsschläge weniger als beim Stehen. Nach Graves beträgt der Unterschied der Frequenz beim Stehen und Liegen im Durchschnitte 6 bis 15 Schläge und ist selbst dann bemerklich, wenn die aufrechte Stellung durch äußere Mittel ohne Muskelanstrengung bewirkt wird; er ist gering und beträgt nur 6 bis 8 Schläge bei einem Pulse von 60 Schlägen, ist dagegen bedeutender und bisweilen 20 bis 30 Schläge betragend, wenn der Puls durch starke Bewegung auf 90 Schläge gebracht worden war, so wie bei Fieber und Schwäche (Nr. 581. XXIX. p. 152). Nach Bland ist der Puls, wenn man auf einer Seite liegt, wo das Gleichgewicht durch Muskelthätigkeit erhalten werden muß, frequenter als bei der Rückenlage (Nr. 196. XII. S. 20). Diese Einwirkungen scheinen auf ganz verschiedene Weise vermittelt zu werden. a) Der Druck der Muskeln (§. 726, f) kann das Blut aus einigen Adern austreiben und in andere drängen. So bewirken namentlich Convulsionen eine Unregelmäßigkeit des Blutlaufes bloß auf mechanische Weise, denn erregt man sie durch Reizung des Rückenmarkes, so vermögen sie nach Hallers (a. a. O.) Bemerkung nicht, das Herz wieder zum Schlagen zu bringen; Spallanzani (a. a. O. p. 340 sq.) sah während solcher Convulsionen an einem Frosche den Blutlauf im Gekröse gestört, als er aber den Frosch mit Nadeln befestigte, so daß die Convulsionen, die er durch Reizung des Gehirnes erregte, nur in einem Erbeben der Muskeln bestanden, so wurde der Blutlauf im Gekröse und in den Lungen nicht dadurch gestört. b) Allein die gleichmäßige Verstärkung des Kreislaufes durch angestrengte Muskelbewegung kann unmöglich auf einem mechanischen Verhältnisse beruhen; vielmehr müssen wir annehmen, daß die Muskeln bei ihrer erhöhten Thätigkeit mehr Blut anziehen, dasselbe in ihren Adern schneller umtreiben und dadurch den Kreislauf beschleunigen. Diese schon von Bell (Nr. 497. p. 77) angenommene Meinung wird dadurch bestätigt, daß man bei gehetzten Thieren die Muskeln von Blut strotzend und erweicht, dagegen die Gefäßstämme sehr leer findet; so giebt z. B. Hearne (Nr. 448. S. 194) an, daß man von einem gehetzten Elenn oft nur zwei Pfund Blut erhält, da sich das übrige in das Fleisch gezogen

hat. Bei diesem verstärkten Umlaufe in den angestrengten Muskeln wird wahrscheinlich auch mehr rothes Blut consumirt, und dadurch ein stärkeres Athmen nöthig, somit aber der Kreislauf auch von seinem anderen Wendepuncte aus beschleunigt. c) Man könnte außerdem annehmen, daß das Herz als der Centralmuskel durch die willkührlichen Muskeln consensuell bestimmt werde, und daß die Thätigkeit des Rückenmarkes, welche die letzteren in Bewegung setzt, durch die Verbindungsfäden der Rückenmarksnerven zum sympathischen Nerven auf das Herz wirke: indeß müßten die oben (§. 771, f) angeführten Erfahrungen noch entscheidender seyn, wenn wir auf diese Erklärung einiges Gewicht legen sollten. — d) Arnott (Nr. 589. I. S. 499) leitet die größere Frequenz beim Stehen davon ab, daß das Herz, um das Blut gegen das Gesetz der Schwere nach dem Kopfe zu treiben, sich mehr anstrengen müsse als im Liegen. Graves bemerkte, daß der Puls im Liegen an Frequenz verliert, aber an Stärke gewinnt, was sich mit Arnotts Deutung wohl vereinigen läßt, jedoch wohl nicht als erwiesen angenommen werden kann, da es scheint, als ob alle Blutungen im Liegen sich schneller stillen ließen. B) Der Wille hat Einfluß auf den Blutlauf, theils durch Bestimmung des Athmens (§. 766, c); theils durch Muskelanstrengung, die nicht sichtbar zu seyn braucht, sondern auch in einer bloßen Anspannung bestehen kann (A); theils durch Hervorrufen eines Affectes vermittelst der Phantasie (§. 771, E). Wie aber jede Kraft durch Übung gewinnt, so haben auch einzelne Individuen es dahin bringen können, bedeutendere Veränderungen in ihrem Kreislaufe willkührlich hervorzurufen (Nr. 464. I. S. 233 fg.).

Rückblick.

§. 774. Überschauen wir nun die bisherigen Erörterungen im Ganzen, so erkennen wir zunächst das Blut A) als die Gesammtheit der Substanz des Organismus in flüssiger Form. a) Als flüssiger Leib ist es der Träger und Vermittler des Wechsels der Stoffe, in welchem das pflanzliche Leben besteht (§. 660); und wie der Stoff sammt seinem Wechsel die Außenseite des Lebens darstellt (§. 658), so ist das Blut das Äußere im Organismus. Denn

es ist nicht nur die relativ äußere Bedingung für das Bestehen und Wirken aller Organe (§. 741—743), sondern auch das Mittelglied zwischen diesen und dem absolut Äußeren, indem es theils das von der Außenwelt Empfangene den organischen Gebilden zuführt, theils von diesen den veralteten, nach außen abzusetzenden Stoff aufnimmt, mithin eine fortdauernde Verjüngung (§. 622, c) vermittelt. b) Im pflanzlichen Leben ist es aber das Innere. Denn die von außen aufgenommenen Stoffe haben in ihm schon ihren ursprünglichen Charakter gegen den rein organischen vertauscht, und die nach außen abzusetzenden Stoffe sind noch nicht in derselben Form, in welcher sie ausgeschieden werden, in ihm enthalten, sondern gehen erst durch eine neue Bildung aus ihm hervor, so daß es zwischen dem Nahrungssafte und den Scheidungssäften mitten inne steht (§. 660, c). Das ganze pflanzliche Leben concentrirt sich in ihm; denn alle Erscheinungen desselben kommen zurück auf Entstehen und Vergehen des Blutes vermittelst seiner Wechselwirkung mit den Organen und mit der Außenwelt. c) So ist es denn der Lebenssaft in einer höheren Potenz, welche nur da auftritt, wo das Leben zu innerlicher Einheit durch Nerven sich centrirt. Alle organische Wesen bedürfen eines Lebenssaftes, der zwischen den lebendigen Gebilden und den der Außenwelt entnommenen oder zufallenden Stoffen mitten inne steht; aber bei den Pflanzen (§. 661, C) und den niedrigsten Thieren (ebd. B) ist er noch nicht selbstständig, noch ohne Unterschied in der organischen Substanz verbreitet, mit Nahrungssäften und Scheidungssäften gemengt, und daher noch kein bestimmtes Object für die Untersuchung: das nervenlose Geschöpf ist zugleich ein blutloses, seine Substanz wie sein Leben ein unentwickeltes, chaotisches. Mit dem Auftreten eines centrirenden Nervensystemes wird auch ein Centrum des pflanzlichen Lebens, das Blut, gegeben (ebd. b); aber erst wo jenes durch Entwickelung der Centralpuncte zu Gehirn und Rückenmark eine höhere Macht der Einheit gewinnt, ist das Blut vom Nahrungssafte geschieden, und so sind die den letzteren führenden Saugadern den Wirbelthieren eigenthümlich (ebd. a). d) Das Blut ist nicht eine Art organischer Substanz, sondern die organische Substanz selbst in ihrer Universalität. Denn es vereint die Cohäsionsgrade des Dun=

stigen, Tropfbaren und Festen; trägt die Grundstoffe des ganzen Körpers in sich; entwickelt aus sich alle besonderen Formen der organischen Materie und nimmt dieselben wieder in sich auf; verbreitet sich durch den ganzen Organismus und nimmt an allen Lebensthätigkeiten Theil. e) So steht es denn als der Totalausdruck der organischen Materie allen besonderen Bildungen gegenüber und giebt als das bewegliche, flüssige Glied des Organismus den Gegensatz zu den festen Gebilden. Eben vermöge dieses Charakters der Universalität kommt ihm die allgemein erregende Kraft zu und wirkt es auf materielle Weise belebend und verjüngend, indem es überall den Wechsel der Stoffe vermittelt. So erscheint es denn als die allgemeine materielle Lebensbedingung für den übrigen Organismus und bestimmt durch seine Quantität und Qualität den Zustand des Lebens und seiner Functionen. f) Am mächtigsten und unmittelbarsten aber äußert sich sein belebender Einfluß auf das animale Leben (§. 746, e). Das Blut ist der Repräsentant des pflanzlichen Lebens, wie der Nerve der des animalen: beide stehen einander gegenüber (§. 768) wie Materie und Thätigkeit, wie Äußerliches und Innerliches; und vermöge dieses Gegensatzes wirken sie am regsten auf einander ein. Vermöge der Einheit beider Formen des Lebens bedarf die Animalität des steten Zusammenhanges mit dem pflanzlichen Mutterboden, und nur das Blut als das Centrale des pflanzlichen Lebens ist hierzu geeignet; da sie aber in steter innerlicher Thätigkeit besteht, so kann sie desselben auch keinen Augenblick entbehren, und daher offenbart sich an ihr die Macht des Blutes stärker und unmittelbarer als am materiellen Bestehen des Organismus. B) Bei seiner Universalität muß aber das Blut als ein Eigenthümliches sich darstellen, denn sonst wäre es eben nur ein Gemeinartiges, nicht das Allgemeine. Diese Eigenthümlichkeit äußert sich nun sowohl in der Substanz (g) als auch in dem mechanischen Verhältnisse (h) und in der Thätigkeit (i). g) Während der Faserstoff und der Eiweißstoff im thierischen Körper weit verbreitet sind, ist der Cruor dem Blute ausschließlich eigen (§. 680, e) und übertrifft auch an Quantität die übrigen Blutstoffe bei Weitem (§. 681, B), und zwar beim Menschen und bei fleischfressenden Säugethieren mehr als bei Vögeln, bei diesen

mehr als bei pflanzenfressenden Säugethieren, und bei diesen wieder mehr als bei Fischen und Amphibien: so fand Berthold (Nr. 590. S. 259) in 100 Theilen Blut bei Fröschen 4,58, bei Karpfen 8,23, bei Ziegen 8,33, bei Hammeln 9,69, bei Kälbern 11,34, bei Tauben 11,93, bei Hühnern 12,30, bei Ochsen 13,01, bei Schweinen 16,09, bei Katzen 16,93, bei Hunden 18,16, bei Menschen 15,00 bis 18,05 Cruor, während der Faserstoff bei Menschen 0,19 bis 0,55, bei Schweinen 0,39, bei Ziegen 0,40, bei Katzen 0,47, bei Hammeln 0,50, bei Kälbern 0,57, bei Fröschen 0,60, bei Hunden 0,63, bei Ochsen 0,74, bei Karpfen 1,16, bei Tauben 1,67, bei Hühnern 1,37 bis 2,50 betrug. Überall enthält das Blut feste Substanz in zertheilter Form beigemengt, auch da, wo es farblos ist; und es ergiebt sich hieraus, daß die Körner des rothen Blutes nicht bloß als Träger der Farbe existiren, sondern außerdem noch eine andere Bedeutung haben müssen. Bei den wirbellosen Thieren sind sie noch nicht so regelmäßig gestaltet, sondern Klümpchen oder einfache Kügelchen (§. 664, a), dergleichen auch in Milch, Eiter u. s. w. vorkommen; erst bei den Wirbelthieren, also bei einem Nervensysteme mit Gehirn und Rückenmark, haben sie eine ausgezeichnete eigenthümliche Form, und diese wird erst bei den Vögeln und Mammalien ganz constant und regelmäßig, wie sie es bei den Fischen und Amphibien noch nicht ist (§. 664, c—e). Die Blutkörner sind es allein, welche als Gegensatz zu den Nerven, sowie zu den organischen Gebilden überhaupt, auf den ganzen Organismus erregend einwirken (§. 743, A); wo der Cruor in geringerer Menge vorhanden, also das Blut bleich und wässerig ist, sind alle Lebensäußerungen träge und kraftlos. Wie die Blutkörner anziehend und abstoßend auf einander einwirken (§. 739, a), und von den festen Gebilden angezogen und abgestoßen werden (§. 740, i), so liegt auch in ihrem Verhältnisse zum Organismus der wesentliche Grund des Blutlaufes (§. 758—763). Sie sind es vorzüglich, an welchen die Wechselwirkung des Blutes mit den Organen und der Atmosphäre sich offenbart, denn am allgemeinsten und bestimmtesten äußert sich diese Wechselwirkung (§. 752, B) durch den Farbenunterschied des Cruors im arteriösen und venösen Blute (§. 751); die Farbe desselben ist aber nur der

Gesammtausdruck seiner chemischen Constitution (§. 687, c). Auch erscheint der Cruor als das höchste Erzeugniß der Blutbildung, da er nach einem bedeutenden Blutverluste am spätesten wieder ersetzt wird. — Nach Hallers (Nr. 95. II. p. 149 sqq.) Vermuthung mag er vermöge seiner Dichtigkeit, die er dem Eisengehalte verdankt, das Herz stärker reizen, von demselben einen stärkeren Impuls bekommen und in die feinsten Adern eindringen, ohne durch ihre Wand wieder auszuschwitzen; auch mag, wie Isenflamm vermuthete, sein Eisengehalt am elektrischen Verhältnisse des Blutes Antheil haben; sein größerer Gehalt an Wasserstoff und sein geringerer an Sauerstoff (§. 680, e) wird ebenfalls in Anschlag zu bringen seyn. Aber wir dürfen nicht meinen, damit seine eigenthümliche Beziehung zum Leben zu erklären und sie aus einer einzelnen Eigenschaft desselben ableiten zu können; es genügt uns vielmehr, anzuerkennen, daß ihm vermöge seiner ganzen Constitution oder der Gesammtheit seiner Eigenschaften die Kraft des Blutes, das Leben zu erregen, eigenthümlich zukommt. b) Das Blut und seine Wandung sind von einander unzertrennlich. Denn die Ader ist das Erzeugniß des Blutstromes und kann auch ohne denselben nicht bestehen: unterbunden und entleert, schließt sie sich durch Verwachsung und schrumpft zu einem Faden zusammen, da sie als Hülse mit dem Kerne zugleich ihre Bedeutung verloren hat, das Bedeutungslose aber untergehen muß. Der Blutstrom aber erzeugt zwar die Ader, jedoch als die nothwendige Schranke des Blutes, durch welche dieses erst wirkliches Blut ist und, von den übrigen Säften und den festen Gebilden geschieden, die Eigenthümlichkeit seines Daseyns und Wirkens behauptet: wenn es aus seiner Bahn tritt und in das organische Gewebe frei sich ergießt, verliert es mit seiner Schranke auch seine Bedeutung und sein Leben; erstickt die Organe, welche es überschwemmt, statt sie zu beleben; dient nicht mehr zu ihrer Ernährung und giebt keinen lebendigen Stoffwechsel mehr, sondern wird zu einem bewegungslosen Gerinnsel, welches nur als organische Masse durch die Macht des Lebens umgewandelt und zu neuer Blutbildung verwendet werden kann. Somit giebt es denn eben so wenig wahrhaftes Blut ohne Ader (§. 701. 702), als Adern ohne Blut. Mit solcher Einheit ist

aber auch der Gegensatz beider Glieder gegeben: das Blut als das Wesentliche, Innere, Expandirte (§. 690) strebt dehnend gegen die Wandung an, und diese, als die Schranke, drückt und drängt das Blut zusammen (§. 726). Wo dasselbe, zu einer stärkeren Säule gesammelt, selbstständig und mit überwiegendem Massenverhältnisse erscheint, ist die Wandung (Herz und Aderstämme) mächtiger, stärker entwickelt und zu mechanischer Wirksamkeit mehr geeignet; in den Haargefäßen hingegen, wo es in zahllose feine Strömchen vertheilt durch die feste Substanz rieselt, ist die Wandung zarter, um im Verkehre mit dem Organismus und der Außenwelt den Wechsel der Stoffe durch Endosmose und Exosmose zu vollziehen. Wo es in einen engeren Raum zusammengedrängt ist, hat die Wandung das Übergewicht und Bewegungskraft; wo es dagegen mehr Raum findet, gewinnt es das Übergewicht über die Wandung und kann seine eigene Thätigkeit mehr entwickeln: so wirkt das Verhältniß der Geräumigkeit (§. 727) im Gegensatze von Herz und Haargefäßen, von linkem und rechtem Herzen, von Arterien und Venen. i) Endlich zeichnet sich das Blut vor allen anderen organischen Substanzen durch die höchste Veränderlichkeit aus: in raschem Laufe durch die Haargefäße wird es unter unseren Augen hier venös (§. 751), dort arteriös (§. 764), und seine Scharlachgluht blitzt nur als Silberblick auf, der nach wenigen Secunden wieder erloschen ist; während der Strömung aus der geöffneten Ader ändert es seine Eigenschaften vielfältig (§. 745); und außerhalb des Körpers zersetzt es sich so schnell wie kein anderer flüssiger oder fester Theil eines organischen Körpers (666—668). Als der vollste Ausdruck des pflanzlichen Lebens findet es eben nur in ewigem Wechsel seine Dauer; weil aber sein Leben ein stetiges ist (§. 473, i), geht es nicht wirklich unter, um von Neuem geschaffen zu werden (§. 700, c), sondern erfährt eine wahre Metamorphose (§. 752, c), indem dieselbe Substanz wechselsweise veraltend und sich verjüngend verschiedene Formen annimmt. C) Nicht durch die Substanz der Lungen, sondern durch die in ihnen enthaltene Luft wird das venöse Blut daselbst in arteriöses umgewandelt, denn das durch die Bronchialarterien zugeführte Blut kehrt von der Substanz der Lungen eben so wie von der anderer Organe

venös zurück, und wo Luft fehlt, bleibt auch das durch die Lungenarterie zugeführte Blut venös. Die Atmosphäre ist es also, welche in Hinsicht auf die Metamorphose des Blutes den Gebilden des Organismus gegenübersteht. Sie bewirkt diese Umwandlung durch Aufnahme von Kohlensäure aus dem Blute und durch Absatz von Sauerstoff an dasselbe. Allein dieser Wechsel der Stoffe erfolgt, zwar nicht in gleicher Intensität, aber doch offenbar auch anderwärts, wo keine Luft zudringt, ohne daß der arteriöse Charakter des Blutes dabei auch nur erhalten, geschweige denn erhöht oder wieder hergestellt würde. Sollte nun wohl dieser Hergang bei bloßer Steigerung in den Athmungsorganen eine ganz eigenthümliche, ja entgegengesetzte Wirkung hervorbringen als bei einem niedrigern Grade in andern Gebilden? Sollte es jener Stoffwechsel an und für sich und ohne Mitwirkung irgend eines anderen Verhältnisses seyn, was dem Blute seinen lebenserhaltenden Charakter giebt (§. 743, b) und ein stetiges Athmen zu einer um so dringendern Bedingung des Lebens macht, je höher dessen Einheit entwickelt ist (§. 626, β)? Wir dürfen dies um so mehr bezweifeln, da wir dabei den Grund nicht absehen, warum das Blut gerade nur mit der Atmosphäre einen solchen unmittelbaren Austausch der Stoffe eingeht, da es doch auf ähnliche Weise weder Wasser oder Nahrungsstoffe unmittelbar in sich aufnimmt, noch auch seine Bestandtheile an anderen Puncten unmittelbar an die Außenwelt absetzt. — Schon bei Betrachtung des Zeugungsherganges (§. 263, b) drängte sich uns der Gedanke auf, daß das Luftmeer, welches in ununterbrochener Stetigkeit Alles auf unserem Planeten verknüpft, ihn selbst mit anderen Weltkörpern in Verbindung setzt und solchergestalt das mehr kosmische Element ist, während in Erde und Wasser mehr die rein tellurische Natur sich darstellt, als das allgemeine Band der Dinge eine eigene Bedeutung für die organischen Wesen haben und ihre nähere Gemeinschaft mit dem Weltganzen vermitteln muß. Nach dieser Ansicht wird nun das Blut beim Athmen unter den unmittelbaren Einfluß des Weltganzen gestellt, eines Reflexes der Gesammtkraft theilhaftig, universalisirt; und insofern das Geistige überhaupt als das Universelle sich ausspricht, können wir mit den Alten sagen, es werde durch die Atmosphäre

begeistet, oder gewinne das Pneuma, wodurch es in den Stand gesetzt wird, erregend und belebend auf alle organische Gebilde zu wirken. Weil es aber das Universelle im organischen Leibe ist (d), hat es auch nur mit der Atmosphäre, als dem Universellen unseres Weltkörpers, eine so nahe Verwandtschaft, daß es mit ihr, aber auch nur mit ihr, einen unmittelbaren Austausch der Stoffe eingeht. Wenn wir sehen, daß der Cruor, als der ganz eigentliche Blutkörper (g), auch getrennt vom Organismus, an der Atmosphäre sich röthet, ja nach Barruels Bemerkung (Nr. 583. I. p. 269) noch spät, wenn Faserstoff und Eiweißstoff sich schon bedeutend verändert haben, in Sauerstoffgas hellroth wird, so scheint daraus hervorzugehen, einerseits daß der mit diesem Farbenwechsel verbundene Austausch der Stoffe, da er noch am todten Blute eintritt, nur die materielle Außenseite des Verkehres mit der Atmosphäre ist, andererseits daß die Verwandtschaft zu letzterer tief genug in der Natur des Blutes liegt, um auch ohne Mitwirkung des Lebens in ihrer materiellen Seite sich äußern zu können.

§. 775. Das Blut ist das bewegliche Element des Organismus: sein Lauf ist der räumliche Ausdruck seines innern Lebens oder seines Verkehres mit den übrigen Gliedern des Organismus und mit der Atmosphäre. Wie es bei dieser Wechselwirkung in immerwährender Veränderung und Umwandlung begriffen ist, so ist es auch in unaufhörlicher Bewegung, rinnt rastlos in allen Richtungen durch den ganzen Körper, wirkt nur im Durchströmen belebend auf die organischen Gebilde und verliert, wo es zu völliger Stockung gelangt, seine Kraft und selbst seine eigenthümlichen sinnlichen Eigenschaften. Wenn es auf der niedrigern Stufe des Lebens schwankend, hin und her wogend sich bewegt, so gewinnt es seine volle Bedeutung erst, wo es in stetiger Richtung eine in Arterien und Venen zerfallende kreisförmige Bahn durchläuft. A) Der ideelle Grund des Blutlaufes ist die Tendenz des Lebens zur Scheidung und Vereinigung, zur Differenzirung und zur Synthesis, zur Mannichfaltigkeit und zur Einheit: eine Tendenz, die von Anbeginn des Lebens sich äußert (§. 474 fg.). Wollen wir uns bildlich ausdrücken, und Das, was der Idee des Lebens zukommt,

Dem beilegen, woran das Leben sich offenbart, so können wir sagen: das Blut strebt in den Arterien nach außen und theilt seine Strömung gegen die Peripherie in zahllose Zweige, um in eine Mannichfaltigkeit von Stoffen und Bildungen auseinanderzuweichen, und Alles, was in ihm liegt, frei zu entwickeln; das so zersplitterte Blut aber wird nun von dem entgegengesetzten Streben nach Einheit und Innerlichkeit ergriffen und kehrt zu sich selbst zurück, indem es in den Venen zu immer größerer Masse sich sammelt, die verschiedenartigen Strömungen vereint und dabei, den an der Peripherie erlittenen Verlust durch Aufnahme von Nahrungssaft ersetzend, von Neuem sich bildet. In solchem Streben nach außen und nach innen giebt der Kreislauf das räumliche Bild der in allem Leben herrschenden Periodicität (§. 593), so wie diese selbst einen Kreislauf in der Zeit darstellt. Das Herz aber ist das Centrum: der Peripherie gegenüber gestellt, sammelt es in seinem venösen Theile die gesammte Masse des Blutes und sendet es in seinem arteriösen Theile aus. B) Dieser ideelle Grund des Blutlaufes realisirt sich nun durch organische Verhältnisse, welche das Phänomen unmittelbar herbeiführen. a) Das allgemeinste Verhältniß, welches den Lauf des Lebenssaftes in allen organischen Wesen ohne Ausnahme bestimmt, liegt in seiner Verwandtschaft zu den festen Gebilden. Wir haben in der Lehre von der Zeugung Beispiele gegenseitiger Anziehung von Organen, organischen Theilen und Säften (§. 239. 290, b. 293. 328, b, e) kennen gelernt; wir haben sie mit der adhäsiven, magnetischen, elektrischen und chemischen Anziehung unorganischer Körper einerseits (§. 261, c), so wie andererseits mit dem thierischen (§. 240, c) und menschlichen (§. 261, a) Triebe nach Vereinigung mit einem anderen Individuum zusammengestellt, und gefunden, daß alle diese Erscheinungen durch Differenz in der Identität bedingt werden. Nun ist diese Bedingung im Verhältnisse zwischen Blut und festen Theilen erfüllt: beide stimmen in dem allgemeinen Begriffe der organischen Substanz überein, bilden aber als Flüssiges und Festes, Universelles und Besonderes einen Gegensatz; sie werden also auch einander gegenseitig anziehen, wobei jedoch die fixirten Gebilde als das Anziehende erscheinen müssen. Bei der Elektricität, als der beweglich-

sten, wandelbarsten und vielseitigsten der dynamischen Erscheinungen wird aber das Schwächere von dem Mächtigern nicht allein angezogen, sondern auch angeeignet, gleichnamig polarisirt und als Gleichartiges wieder abgestoßen. Nun zeigt das Blut wirklich Elektricität (§. 663, c); das arteriöse Blut scheint positiv, das venöse negativ elektrisch zu seyn (§. 751, c), und ließe sich eine solche Differenz auch nicht nachweisen, so würden wir sie dennoch unbezweifelt annehmen müssen, da überall zwei Körper von derselben Substanz, aber von verschiedenen Cohäsionsgraden bei gegenseitiger Berührung die entgegengesetzte Elektricität zeigen; endlich hat man an den aus dem Strome der Masse getretenen Blutkörnern bisweilen Bewegungen gesehen, welche den elektrischen ähnelten (§. 758, c), indem sie von einander (§. 739, a) oder von den festen Theilen (§. 740, i) angezogen wurden. Hiernach sind wir denn wohl berechtigt, anzunehmen, daß eine dem Gesetze der Elektricität folgende Anziehung und Abstoßung die Bewegung des Lebenssaftes überall, ausschließlich aber da, wo dieser noch in keinem eigenen Gefäßsysteme enthalten ist (§. 661, B. C), bestimmt. b) Zu dieser Wirksamkeit tritt nun bei allen mit Blut begabten Thieren ein mechanischer Apparat hinzu, welcher den Blutlauf, sey er nun fluctuirend oder kreisend, vermittelt. Durch die Gefäßwandung ist hier dem Blute eine beharrliche Bahn gegeben, welche es leitet, und zugleich ein schlauchförmiges, gefäßartiges oder ein blasenförmiges Herz als Centralpunct, welcher, mit Muskelkraft begabt, das eigentlichste Organ der Blutbewegung wird. Die Function also, die auf der niederen Stufe (a) ausschließlich durch ein allgemeines organisches Verhältniß vollzogen wurde, hat hier ein eigenes Organ (§. 474, c), und mit diesem einen bestimmteren Charakter, einen regelmäßigeren Gang und ein bleibendes Daseyn gewonnen. Hier ist nun nicht mehr eine einfache Anziehung und Abstoßung, sondern eine gegenseitige Wirkung von Centrum und Peripherie wirksam: letztere wirkt auf das Blut nach dem allgemeinen Gesetze der Anziehung und Abstoßung (a), das Centrum hingegen mechanisch durch Stoß und Zug. c) Bei der vollkommensten Form endlich ist Peripherie wie Centrum verdoppelt: ein eigenes Gefäßsystem der Athmungsorgane steht dem des ganzen Körpers gegenüber (§. 764,

a, b), so daß das Blut zwei Wendepuncte erlangt; und das Herz bietet dem Blute einen doppelten Durchgangspunct dar, indem seine rechte Hälfte das venöse, seine linke das arteriöse Blut aufnimmt und ausstößt. Die Bedeutung jener doppelten Wendepuncte, wodurch erst die Verdoppelung des Herzens herbeigeführt wird, erscheint am klärsten beim Embryo. Das Blut, im Blutkreise gebildet, strömt in das Innere des Organismus, angezogen vom animalen Stamme (§. 774, c), und von da fließt es zurück nach außen in die Dotterarterien oder Nabelarterien. Hier erfährt es nun im Vogeleie die Einwirkung der Luft, also der Außenwelt, und zwar der universellen Weltkraft (§. 774, C); im Eie der Mammalien hingegen die des mütterlichen Lebens: aber diese Differenz ist nur eine relative, denn im mütterlichen Leibe findet der Embryo der Mammalien seine Außenwelt, und im mütterlichen Leben sein Universum. Die gemeinsame Thatsache ist also: das Blut strebt vom Organismus zur Außenwelt, und von dieser zu jenem. Der Gegensatz des Inneren und Äußeren, des Organismus und der Welt, der Individualität und der universellen Weltkraft macht also das Wesen jener Wendepuncte aus. Die verschiedenen Organe ziehen das arteriöse Blut an; indem sie es sich einzuverleiben streben, theilen sie ihm ihren Charakter der Besonderheit mit, so daß es nicht mehr zu ihrer lebendigen Erregung dienen kann und wie der gleichnamige Pol von ihnen abgestoßen wird. Die Atmosphäre aber bildet einen Gegensatz zu solchem venösen Blute, zieht es daher an, ertheilt ihm den Charakter der Universalität, vermöge dessen es belebend auf alle Organe wirkt, und stößt es dann wieder ab. So wird es dort verirdet, hier gelüftet; dort durch das Individuum entkräftet, hier durch den Einfluß der allgemeinen Weltkraft belebt; und da das verirdete der Lüftung, und das gelüftete der Verirdung bedarf, so ist es in stetem Kreislaufe begriffen. Nun erhält das Herz erst seine volle Bedeutung als Centrum, indem es beide Formen des Blutes in ihrer Reinheit und höchsten Entwickelung in sich schließt. Aber es verkündet sich in diesem Verhältnisse auch eine höhere Stufe des gesammten, namentlich des animalen, Lebens: denn eine bestimmtere Gegensetzung zur Welt ist ohne eine höhere Entwickelung der Individua=

litát nicht möglich; daher findet sich denn dies Verhältniß auch nur in den beiden höchsten Thierclassen, bei welchen das Gehirn vollkommener organisirt, und namentlich, wie Treviranus (Nr. 568. I. S. 217) bemerkt, das kleine Hirn mit einem Lebensbaume versehen ist (vgl. Nr. 464. III. S. 441). C) Wie das Leben überall, wo es sich freier entfaltet hat, durch Einheit der Glieder und Wechselwirkung sich charakterisirt, so beruht denn nach dieser Ansicht auch der Blutlauf auf der organischen Einheit der verschiedenen Glieder des Blutsystemes, so wie auf der organischen Wechselwirkung mit dem übrigen Organismus und der Außenwelt. Und so zeigen sich hier auch die verschiedenen Seiten des Lebens, die mechanische (d), die chemisch-dynamische (e) und die ideelle (f) in ihrer Einheit. d) Der Blutlauf erscheint uns zunächst als ein einfacher, mechanischer Hergang, als das Rinnen einer fortgestoßenen Flüssigkeit in Canälen. Wenn man z. B. arteriöse Haargefäße mit einem Pinsel in der Richtung von der Peripherie aus gegen die Stämme hin streicht, so stockt bisweilen das Blut, wie wenn der Herzschlag aufgehört hätte, und das Streichen in entgegengesetzter Richtung stellt bisweilen gleich einem erneuerten Herzschlage den schon stockenden Blutlauf in den Haargefäßen wieder her (Nr. 529. S. 204). Wenn die Blutkörner in ihrem Fortgange Hindernisse finden, so drehen sie sich um ihre Axe oder drängen sich gleich anderen schwimmenden Körpern (ebd. S. 221). Sind sie zu einem Gerinnsel zusammengeschmolzen, so verstopfen sie das Haargefäß, und bei verstärktem Herzschlage wird dann durch Druck von hinten her ein solcher Pfropf fortgetrieben (ebd. S. 195). Und so wird denn der Blutlauf durch alle oben (§. 720—729) auseinandergesetzten mechanischen Verhältnisse bestimmt, und wie der Organismus mechanisch auf das Blut einwirkt (§. 748), so wirkt auch dieses auf jenen mechanisch zurück (§. 746, D). e) Der Mechanismus ist aber die Außenseite des Lebens und das Product einer tiefer liegenden chemisch-dynamischen Wirksamkeit. Die Folgen des Herzschlages sind mechanisch, aber er selbst besteht in einem dynamischen Acte; und die Bahn, in welcher das Blut umgetrieben, ist nur das Erzeuguiß der durch lebendige Thätigkeit bestimmten Strömung, indem auch hier die Function sich ein Organ schafft (§. 474,

c), um an demselben, als seinem Substrate, beharrlich sich zu äußern (§. 474, e). Das Blut wirkt chemisch-dynamisch auf alle Organe ein (§. 746, A, B) und wird eben so von ihnen bestimmt (§. 749). So wird denn seine Beschaffenheit vielfach modificirt durch die Qualität und Quantität der genossenen Nahrungsmittel, der eingeathmeten Luft und der übrigen äußeren Potenzen, so wie durch das stärkere oder schwächere, normale oder abnorme Vonstattengehen der Assimilation, Nutrition, Secretion und aller übrigen Functionen. Eben so ändert sich der Blutlauf, wie die Verhältnisse der verschiedenen Thätigkeiten und Richtungen des Lebens wechseln: das einzelne Organ bestimmt ihn zunächst in den zu seiner Sphäre gehörigen Adern, wirkt aber dadurch auch auf seine Gesammtheit; und die Außendinge äußern ihren Einfluß, indem sie die lebendige Thätigkeit der Organe in ihrer Beziehung zum Blute erhöhen oder herabsetzen. Der Puls hat eine andere Beschaffenheit, je nachdem der Zustand des Blutes, des Herzens, der Arterien und der Blut empfangenden Organe verschieden ist. Er ist stark oder schwach, je nachdem die Kraft des Herzens und der Tonus der Arterien größer oder geringer ist; häufiger oder seltener, je nachdem die Reizbarkeit des Herzens größer, und die Quantität des Blutes geringer ist; größer oder kleiner, je nachdem die Menge und Expansion des Blutes, die Entleerung der Arterienkammer, und die Anziehung der Organe sich verhält; weicher oder härter, je nachdem die Arterie nachgiebig oder starr, erschlafft oder krampfhaft gespannt ist. Bei dem Zusammentreffen der verschiedenartigsten und veränderlichsten äußeren und inneren, materiellen und dynamischen Momente kann nun ein einzelnes Verhältniß nicht immer dieselben Folgen haben, da seine Wirkungen durch die übrigen Verhältnisse, je nachdem der augenblickliche Zustand beschaffen ist, bald unterstützt, bald beschränkt, bald aufgehoben werden, bald ungestört bleiben. So beobachtete z. B. Haller (Nr. 152. I. p. 236) den Blutlauf in der Gekrösarterie bei 23 Fröschen, welchen er das Herz mit dem Anfange der Aorta ausgeschnitten hatte: in 7 Fällen hörte der Blutlauf in der Arterie völlig auf; in 8 Fällen floß das Blut bis zur gänzlichen Entleerung der Arterie rückwärts gegen die Wunde der Aorta; in 4 Fällen floß es regelmäßig zum

Darme und in dessen Venen zurück; in 4 Fällen fluctuirte es, indem es eine Strecke vorwärts, und dann wieder zurückging. Bei 22 Fröschen sah er unter gleichem Verhältnisse in den Gekrösvenen das Blut in 13 Fällen seine regelmäßige Strömung gegen das Herz zu behaupten, in 3 Fällen rückwärts zum Darme strömen, in 4 Fällen diese beiden Richtungen in verschiedenen Zweigen zugleich verfolgen, und in 2 Fällen in den Richtungen abwechseln oder fluctuiren. Wer ist aber wohl scharfsichtig genug, um immer entdecken zu können, warum ein und dasselbe Verhältniß jetzt diesen und ein anderesmahl einen ganz anderen Erfolg hat? Wer ist so dreist, daß er, wenn anders solche Erfahrungen von ihm erwogen werden, das, was sorgfältige Forscher beobachtet haben, darum leugnen dürfte, weil er es in einigen Versuchen nicht gesehen hat? Wer ist endlich so in einseitigem Dogmatismus versteinert, daß er nach solchen Erfahrungen das Leben immer nur nach einem Maaßstabe beurtheilen, seine Erscheinungen nur aus einem einzelnen Momente erklären möchte? f) Die Idee des Lebens allein ist es, welche den vollen Grund des Blutlaufes enthält; sie vermag ihn zu realisiren, denn ihr stehen die Weltkräfte zu Gebote, die eben unter ihrer Herrschaft als organische Kräfte erscheinen; und so bedient sie sich auch der mannichfaltigsten Mittel zu ihrem Zwecke. Daher ist denn die Blutbahn so organisirt, wie gerade die Erhaltung des Kreislaufes es erfordert: so z. B. sind Anastomosen gegeben, welche den Blutlauf erleichtern und unterhalten, wo er erschwert oder momentan gehindert ist, und Klappen, die als Absätze der Strömung feste Puncte darbieten, um die normale Richtung zu bewahren. Diese Bildungen sind nun freilich keine Wunderwerke, keine unmittelbaren Schöpfungen der Idee, sondern werden durch organische Verhältnisse herbeigeführt: Döllinger sah Anastomosen entstehen, indem Strömchen vom Hauptstrome abwichen und nach kurzem Verlaufe zu ihm zurückkehrten (Nr. 176. VII. S. 200), also anfangs von den umgebenden Organen, dann aber wieder vom Blutstrome selbst angezogen wurden; und so entstehen die Klappen unstreitig nur dadurch, daß das Blut, in einzelnen Absätzen fließend, die gemeinsame Aderhaut eine Strecke mit sich fortschiebt und sie verlängert. Aber diese organischen Verhältnisse sind eben

nichts Anderes als Weltkräfte, Anziehung und Abstoßung, Druck und Zug u. s. w., so vereint und so geordnet, daß in ihrem Gesammtergebnisse das Leben real wird. Die Lebenskraft schreitet freilich nicht in Person ein, um dem Blutlaufe bei etwaniger Bedrängniß zu Hülfe zu kommen; aber die Thätigkeit und Organisation des Blutsystemes ist von der Art, daß sie den jedesmaligen Verhältnissen sich fügt, um den Blutlauf gleichmäßig zu unterhalten. So wird z. B. durch das Ineinandergreifen der verschiedenen Thätigkeiten bei Erschwerung des Blutlaufes die Wandung verstärkt. Je größer die Masse des Blutes, und je stärker der Wiederstand ist, den es in seinem Laufe findet, um so mehr wird das Herz nicht nur gereizt, sondern auch ernährt, so daß seine Wandung dicker, seine Wirkung kräftiger wird. Beim Embryo sind beide Arterienkammern von gleichem Durchmesser und gleicher Muskelstärke, indem die linke nach der oberen, die rechte nach der unteren Körperhälfte ihr Blut sendet, der Bereich beider also ziemlich gleich ist; aber bald nach der Geburt (nach Legallois Nr. 419. I. p. 348 schon nach wenigen Tagen) entsteht eine Ungleichheit, indem die linke, welche eine viel längere Blutsäule zu bewegen hat, stärker wird als die rechte; wird aber im späteren Laufe des Lebens der Blutlauf in den Lungen anhaltend und bedeutend erschwert, so wird auch die Wandung der rechten Kammer dicker. Eben so richtet sich in den Adern die Stärke der Wandung nach der Gewalt des Blutandranges: ist letztere vermehrt, so wird auch erstere durch verstärkte Ernährung größeren Widerstand zu leisten befähigt. Daher sind gekrümmte Arterien an der gewölbten Seite stärker als an der hohlen; beim varikösen Aneurysma nimmt die Vene, welche den arteriösen Blutstrom empfängt, den fibrösen Bau einer Arterie an; die große Saphene wird am innern Knöchel durch den Druck des Blutes bei stetem Stehen einer Arterie ähnlich (Nr. 243. 1828. S. 338); und die untere Hohlvene hat beim Menschen vermöge des aufrechten Ganges stärkere Fasern als die obere, was bei den vierfüßigen Thieren nicht der Fall ist (Nr. 500. p. 27). — So finden wir denn in den Erscheinungen des Blutlaufes nirgends eine alleinherrschende Einzelnheit, sondern eine Mannichfaltigkeit von Kräften, die sich gegenseitig bestimmen, in reger Wechsel=

wirkung einander hervorrufen, in Entgegensetzung einander unterstützen und im Einklange den Blutlauf geben. Das Lebensprincip ist nicht im Blute, noch im Herzen, nicht im Rückenmarke, noch in irgend einem anderen Organe, sondern im Ganzen. Und wie die Betrachtung des Lebensbeginnes (§. 476) und des Lebensverlaufes (§. 644), so führt auch die Untersuchung des Blutlaufes uns zu der Überzeugung, daß das Leben eine Entfaltung in mannichfaltige Glieder und eine Harmonie des Mannichfaltigen ist.

Fortgesetztes Verzeichniß

der angeführten Schriften.

Nr. 483. Guil. Harveii exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus. Lugd. Bat. 1639. 4.

Nr. 484. Statik des Geblüts, bestehend in neuen Erfahrungen an lebendigen Thieren, ihres Blutes Bewegung zu erforschen; von Steph. Hales. übersetzt. Halle 1748. 4.

Nr. 485. Joach. Jac. Rhades diss. de ferro sanguinis humani aliisque liquidis animalium. Gotting. 1753. 4.

Nr. 486. Ge. Chr. Reichel de sanguine eiusque motu experimenta. Lips. 1767. 4.

Nr. 487. Forsten Verschuir diss. de arteriarum et venarum vi irritabili. Amstelod. (1766.) 4.

Nr. 488. Peter Moscati neue Beobachtungen und Versuche über das Blut und über den Ursprung der thierischen Wärme. A. d. Ital. von C. H. Köstlin. Stuttgart 1780. 8.

Nr. 489. Traité de la structure du coeur, de son action et de ses maladies, par de Senac. Paris 1783. II Vol. 4.

Nr. 490. Versuch über das Blut. Von G. Levison. A. d. Engl. Berlin 1782. 8.

Nr. 491. Nic. Oudemann de venarum, praecipue mesaraicarum fabrica et actione. (Groning.) 1794. 8.

Nr. 492. John Hunters Versuche über das Blut, die Entzündung und die Schußwunden. A. d. Engl. mit Anmerkgg. von C. B. G. Hebenstreit. Leipzig 1797. II Bde. 8.

Nr. 493. Expériences sur la circulation, observée dans l'universalité du système vasculaire, par Spallanzani. Ouvrage, traduit de l'Italien avec des notes par Tourdes. Paris an VIII. 8.

Nr. 494. Die Transfusion des Blutes und Einspritzung der Arzneien in die Adern. Historisch und in Rücksicht auf die praktische Heilkunde bearbeitet von Paul Scheel. Kopenhagen 1802, 1803. II Bde. 8.

Nr. 495. Die elliptische Blutbahn. Von G. E. Wend. Würzburg 1809. 8.

Nr. 496. An inquiry into the causes of the motion of the blood. By James Carson. Liverpool 1815. 8.

Nr. 497. An essay on the forces, by which circulate the blood. By Charles Bell. London 1819. 8.

Nr. 498. Observations on the Harveian doctrine of the circulation of the blood. By George Kerr. 2d. édit. London 1819. 8.

Nr. 499. An enquiry into the nature and properties of the blood, as existent in health and disease. By C. Turner Thackrah. London 1819. 8.

Nr. 500. Diatribe anatomico-physiologica de structura atque vita venarum, auctore Hnr. Marx. Carlsruhae 1819. 8.

Nr. 501. Mich. Jaeger tractatus anatomico-physiologicus de arteriarum pulsu. Wirceb. 1820. 8.

Nr. 502. Jac. Lud. Conr. Schröder van der Kolck diss. sistens sanguinis coagulantis historiam, cum experimentis ad eam illustrandam institutis. Groning. 1820. 8.

Nr. 503. Car. Guil. Lud. Jaeckel de motu sanguinis commentatio. Vratislaviae 1821. 8.

Nr. 504. Casp. Theod. Reinarz diss. de irritabilitate arteriarum propria. Bonnae 1821. 4.

Nr. 505. Die mittelbare Auscultation (das Hören mittels des Stethoskops) oder Abhandlung über die Diagnostik der Krankheiten der Lunge und des Herzens, von R. T. H. Laennec. Nach dem Franz. im Auszuge bearbeitet. Weimar 1822. II Bde. 8.

Nr. 506. Der Lebensproceß im Blute, eine auf mikroskopische Untersuchung gegründete Untersuchung von Karl Hnr. Schultz. Berlin 1822. 8.

Nr. 507. Über die Blutkörner. Von Joh. Chrysost. Schmidt. Würzburg 1822. 4. m. K.

Nr. 508. Ern. Fr. Gust. Herbst commentatio historico-critica et anatomico-physiologica de sanguinis quantitate. Gotting. 1822. 4.

Nr. 509. Structure des artères, leurs propriétés, leurs fonctions et leurs altérations organiques. Par Charl. Henri Ehrmann. Strasb. 1822. 4.

Nr. 510. Mémoire sur la circulation du sang eclairée par la physiologie et la pathologie, par Sarlandière. Paris 1822. 8.

Nr. 511. Versuch einer Physiologie des Blutes, von W. Krimer. I Theil. Leipzig 1823. 8.

Nr. 512. Sur la respiration et la circulation. Par Isidore Bourdon. Paris 1823. 8.

Nr. 513. Jo. Nic. Fiedler diss. de columbarum sanguine vulnerumque sanatione. Berolini 1824. 8.

Nr. 514. Ge. König experimenta quaedam circa sanguinis inflammatorii et sani qualitatem diversam instituta. Bonnae 1824. 4.

Nr. 515. De sanguinis dignitate in pathologia restituenda. Scripsit Hnr. Spitta. Rostochii 1825. 8.

Nr. 516. Recherches expérimentales sur les causes du mouvement du sang dans les veines. Par Dav. Barry. Paris 1825. 8.

Nr. 517. Neue Lehren im Gebiete der physiologischen Anatomie und

der Physiologie des Menschen, historisch-kritisch begründet und durch Erfahrung erwiesen von Phil. Henszler. Nürnberg 1825. 8.

Nr. 518. Theoph. Ebel diss. de natura medicatrice, sicubi arteriae vulneratae et ligatae fuerint. Giessae 1826. 4.

Nr. 519. On a peculiar motion, excited by the surfaces of certain animals. By Will. Sharpey. 8. (Aus dem Edinburgh med. and surg. journal abgedruckt.)

Nr. 520. F. J. F. Meyen diss. de primis vitae phaenomenis et de circulatione sanguinis in parenchymate. Berol. 1826. 4.

Nr. 521. Ein Versuch über das Blut, von C. Scudamore. A. d. Engl. von J. Gambihler, mit Einleitung und Zusätzen von K. F. Heusinger. Würzburg 1826. 8.

Nr. 522. Erläuterung der Lehre vom Kreislaufe in den mit Blut versehenen Thieren. Von J. B. Wilbrand. Frankfurt 1826. 8.

Nr. 523. Experimenta in electricitatem sanguinis, urinae et bilis animalium, habita a Car. Franc. Bellingeri. Aug. Taur. 1826. 4.

Nr. 524. Versuch einer Darstellung der Lehre vom Kreislaufe des Blutes. Von J. Hn. Österreicher. Nürnberg 1826. 4.

Nr. 525. G. Kaltenbrunner experimenta circa statum sanguinis et vasorum in inflammatione. Monachii 1826. 4. m. K.

Nr. 526. Supplemente zur Lehre vom Kreislaufe, von A. F. J. C. Mayer Bonn 1827. 4. m. K.

Nr. 527. Über das Blut und das Athmen in physiologischer und allgemein pathologischer Hinsicht. Von J. Rud. Burkhart. Basel 1823. 8.

Nr. 528. Die Transfusion des Blutes und die Infusion der Arzeneien in die Blutgefäße; von J. F. Dieffenbach. Berlin 1828. 8.

Nr. 529. Untersuchungen über den Kreislauf des Blutes, und insbesondere über die Bewegungen desselben in den Arterien und Capillargefäßen. Von G. Wedemeyer. Hannover 1828. 8.

Nr. 530. Recherches anatomiques, physiologiques et pathologiques sur le système veineux, par M. G. Breschet. Paris 1828. fol. m. K.

Nr. 531. Commentatio physiologico-medica de vi, quam aer pondere suo et in motum sanguinis et in absorptionem exercet. Auctore Hnr. Ed. Kupfer. Lips. 1828. 8.

Nr. 532. Recherches expérimentales sur le sang humain, considéré à l'état sain, par Prosp. Sylv. Denis. Paris 1830. 8.

Nr. 533. Beobachtungen über die Nerven und das Blut in ihrem gesunden und krankhaften Zustande, von K. Hnr. Baumgärtner. Freiburg 1830. 8. m. Abbildg.

Nr. 534. Mikroskopische Untersuchungen über des Herrn Rob. Brown Entdeckung lebender, selbst im Feuer unzerstörbarer Theilchen in allen Körpern, und über Erzeugung der Monaden, von C. Aug. Sigm. Schultze. Freiburg 1823. 4. m. Abbildg.

Nr. 535. Essai sur l'influence de la pesanteur sur quelques phénomènes de la vie. Par Isid. Bourdon. Paris 1819. 8.

Nr. 536. E. B. Hebenstreit doctrinae physiologicae de turgore vitali brevis expositio. Lips. 1795. 4.

Nr. 537. L'agent immédiat du mouvement vital, dévoilé dans

sa nature et dans son mode d'action chez les végétaux et chez les animaux. Par M. H. Dutrochet Paris 1826. 8.

Nr. 538. Histoire anatomique des inflammations. Par A. N. Gendrin. Paris 1826. II Vol. 8.

Nr. 539. Was ist Absonderung, und wie geschieht sie? Eine akademische Abhandlung von Ign. Döllinger. Würzburg 1819. 8.

Nr. 540. Paul Gdfr. van Hoorn diss. de iis, quae in partibus membri, praesertim osseis, amputatione vulneratis notanda sunt. Lugd. Bat. 1803. 4.

Nr. 541. Über den Bau und die Krankheiten der Bindehaut des Auges, von Burkh. Eble. Wien 1828. 8. m. K.

Nr. 542. Über den Bau und die Verrichtungen der Milz, von K. F. Heusinger. Eisenach 1817. 8.

Nr. 543. De combustionis lentae phaenomenis, quae vitam organicam constituunt, commentarius. Edidit Jac. Fidel. Ackermann. Jenae 1805. 4.

Nr. 544. Versuch einer empirischen Darstellung des polarischen Naturgesetzes, und dessen Anwendung auf die Thätigkeiten der organischen und unorganischen Körper, von G. Prochaska. Wien 1815. 8.

Nr. 545. Al. Monros und Rich. Fowlers Abhandlung über thierische Elektricität und ihren Einfluß auf das Nervensystem. Leipzig 1796. 8.

Nr. 546. Al. v. Humboldt über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Berlin 1797. II Thl. m. K.

Nr. 547. Physiologische Untersuchungen über das Nervensystem und die Respiration. Von Ge. Wedemeyer. Hannover 1817. 8.

Nr. 548. Mémoire sur les fonctions du système nerveux ganglionaire, par J. L. Brachet. Paris 1823. 8.

Nr. 549. Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés. Par P. Flourens. Paris 1824. 8.

Nr. 550. J. Abercrombie über die Krankheiten des Gehirnes und des Rückenmarkes. A. d. Engl. v. Fr. de Blois. Bonn 1821 8.

Nr. 551. Scriptores neurologici minores, s. opera minora ad anatomiam, physiologiam et pathologiam nervorum spectantia. Edidit Chr. Fr. Ludwig. Lips. 1791—95. IV Tomi. 4. m. K.

Nr. 552. Jo. Glieb Walther experimenta in vivis animalibus revisa. Regiom. 1755. 4

Nr. 553. Experimental inquiries, by Will. Hewson. London 1774—77. III Vol. 8. m. K.

Nr. 554. An essay on the connection between the action of the heart and arteries, and the functions of the nervous system. By Jos. Swan. London 1829. 8.

Nr. 555. Fel. Fontanas Beobachtungen und Versuche über die Natur der thierischen Körper. A. d. Ital. von C. B. G. Hebenstreit. Leipzig 1785. 8. m. K.

Nr. 556. J. Abernethys chirurgische und physiologische Versuche, übersetzt von J. D. Brandis. Leipzig 1795. 8.

Nr. 557. Physiological lectures, exhibiting a general view of Mr. Hunters physiology. By J. Abernethy. London 1817. 8.

Nr. 558. Bnh. Nath. Gl. Schreger fragmenta anatomica et physiologica. Lips. 1791. 8.

Nr. 559. Recherches physiologiques sur la vie et la mort. Par Xav. Bichat. IIme édit. Paris 1802. 8.

Nr. 560. Expériences sur le principe de la vie. Par Le Gallois. Paris 1812. 8.

Nr. 561. Disquisitio anatomico-physiologica organismi corporis humani eiusque processus vitalis, auctore Ge. Prochaska. Viennae 1812. 4. m. K.

Nr. 562. Physiologische Untersuchungen, von W. Krimer. Leipzig 1820. 8. m. K.

Nr. 563. P. Wilson Philip über die Gesetze der Functionen des Lebens. A. d. Engl. v. J. v. Sontheimer. Stuttgart 1822. 8.

Nr. 564. E. H. Weber adnotationes anatomicae et physiologicae. Lips. 1831. 4.

Nr. 565. C. Sprengel institutiones physiologicae. Amstelod. 1809, 1810. II Tom. 8.

Nr. 566. Cours de physiologie générale et comparée, par Ducrotay de Blainville. Paris 1829, 1830. III Tom. 8.

Nr. 567. Physiologie des Menschen, von Fr. Tiedemann. I Theil. Darmstadt 1830. 8.

Nr. 568. Die Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens, neu dargestellt von Gfr. Rnh. Treviranus. 1 Theil. Bremen 1831. 8.

Nr. 569. Fr. Hildebrandts Handbuch der Anatomie des Menschen. Vierte, umgearbeitete und sehr vermehrte Ausgabe, besorgt von Ernst Hnr. Weber. III Theile. Braunschweig 1830—32. 8.

Nr. 570. S. Th. Sömmerring-Gefäßlehre, oder vom Herzen, von den Arterien, Venen und Saugadern. 2te Ausg. Frankfurt 1801. 8.

Nr. 571. Précis d'anatomie pathologique, par G. Andral. Paris 1829. II Vol. 8.

Nr. 572. Lehrbuch der pathologischen Anatomie des Menschen und der Thiere. Von Adolph Wilh. Otto. Berlin 1830. I Bd. 8.

Nr. 573. Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés, par Herc. Straus-Durkheim. Paris 1829 4. m. K.

Nr. 574. Phytotomie, von Fr. Jul. Ferd. Meyen. Berlin 1830. 8. mit Abbildgg.

Nr. 575. Lehrbuch der Thier-Chemie. Von J. Jak. Berzelius. A. d. Schwed. von F. Wöhler. Dresden. 1831. 8.

Nr. 576. Journal de chimie médicale, de pharmacie et de toxicologie. Paris 1825 sqq.

Nr. 577. Traité des poisons tiré des règnes minéral, végétal et animale, ou toxicologie générale, considérée sous les rapports de la physiologie, de la pathologie et de la médecine légale. Par M. P. Orfila. Paris 1814. IV Vol. 8.

Nr. 578. Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Berlin 1788 fgg.

Nr. 579. Giornale per servire alla storia raggionata della medicina di questo secolo. Venezia 1783—1791. VI Tom. 4.

Nr. 580. Journal complémentaire du dictionnaire des sciences médicales. Paris 1818 sqq. 8.

Nr. 581. Medico-chirurgical review and journal of medical science, conducted by J. Johnson. London 1820 sqq. 8.

Nr. 582. Literarische Annalen der gesammten Heilkunde. In Verbindung mit mehrern Gelehrten herausgegeben von Just. Fr. K. Hecker. Berlin 1825 fgg. 8.

Nr. 583. Annales d'hygiène publique et de médecine légale. Paris 1829 sqq. 8.

Nr. 584. Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von L. W. Gilbert. Leipzig 1799—1824. Herausgegeben von J. C. Poggendorff. 1824 fgg. 8.

Nr. 585. Jahresbericht über die Fortschritte der physikalischen Wissenschaften. Von J. Berzelius. A. d. Schwed. v. C. G. Gmelin und F. Wöhler. Tübingen 1822 fgg. 8.

Nr. 586. J. F. Engelhart commentatio de vera materiae sanguini purpureum colorem impertientis natura. Gotting. 1826. 4.

Nr. 587. Zur Lebens- und Stoffwissenschaft des Thieres. Von F. F. Runge. Berlin 1824. 8.

Nr. 588. Inauguralabhandlung über die thierische Bewegung, von K. Merk. Würzburg 1815. 8.

Nr. 589. Elemente der Physik oder Naturlehre, dargestellt ohne Hülfe der Mathematik. Von Neil. Arnott. A. d. Engl. übersetzt. Weimar 1829, 1831. II Bde. 8. m. K.

Nr. 590. Beiträge zur Anatomie, Zoologie und Physiologie. Von Arn. Adolf Berthold. Göttingen 1831. 8. m. Abbild.

Nr. 591. Die Naturheilkraft in ihren Äußerungen und Wirkungen dargestellt von Ferd. Jahn. Eisenach 1831. 8.









